

Baudepartement Kanton Schwyz

Grundlagen zur energiepolitischen Strategie des Kantons Schwyz

Teil Energiepolitik

Schlussbericht
18. Mai 2011

Erarbeitet durch

econcept AG, Gerechtigkeitsgasse 20, CH-8002 Zürich
www.econcept.ch / + 41 44 286 75 75

AutorInnen

Georg Klingler, dipl. Umwelt-Natw. ETH
Walter Ott, lic. oec. publ. UNIZ, Raumplaner ETH/NDS, dipl. El. Ing. ETHZ
Alexander Umbricht, BSc Umweltnaturwissenschaften ETH

Inhalt

Zusammenfassung	i
1 Einleitung	1
1.1 Zielsetzungen Teil Energiepolitik	1
1.2 Aufbau des vorliegenden Berichts	1
2 Nationale Rahmenbedingungen	3
2.1 Rechtliche und energie- und klimapolitische Grundlagen	3
2.2 Langfristige Zielsetzungen der nationalen Energie- und Klimapolitik	4
3 Aktueller Energieverbrauch im Kanton SZ	6
3.1 Datenerhebung und Bilanzierungsgrössen	6
3.2 Bilanz des Energieverbrauchs und der CO ₂ -Emissionen	8
3.2.1 Zusammenfassende Übersicht	8
3.2.2 Fossile Energieträger	16
3.2.3 Kernbrennstoffe	18
3.2.4 Erneuerbare Energieträger	19
4 Potenziale der Energieeffizienz und der erneuerbaren Energien im Kanton SZ	25
4.1 Energieeffizienz	25
4.1.1 Energieeffizienz beim Wärmeverbrauch von Gebäuden	26
4.1.2 Energieeffizienz in industriellen Prozessen	31
4.1.3 Energieeffizienz bei elektrischen Geräten und Anlagen in Gebäuden	31
4.2 Erneuerbare Energien	32
4.2.1 Ökologische Potenziale im Wärmebereich	33
4.2.2 Ökologische Potenziale im Strombereich	41
4.2.3 Zukünftige Entwicklung der ausgewiesenen Potenziale	47
5 Referenzentwicklung 2050	49
5.1 Grundannahmen	49
5.2 Referenzentwicklung der Energienachfrage	50
6 Vision, Ziele und Schwerpunkte der Energiestrategie	53
6.1 Vision	53
6.2 Zielsetzungen	54
6.3 Handlungsschwerpunkte	58

7	Massnahmen und Wirkungen der Energiestrategie	62
7.1	Aktuelle Förderung	62
7.2	Elektrizität	63
7.2.1	Steigerung der Stromeffizienz	64
7.2.2	Erneuerbare Stromproduktion und Senkung des Primärenergieaufwands	69
7.3	Wärme	73
7.3.1	Steigerung der Wärmeeffizienz von Gebäuden	74
7.3.2	Erneuerbare Energien im Wärmebereich sowie Erhöhung der Exergienutzung	78
7.3.3	Planungsinstrumente im Wärmebereich und Zusammenarbeit mit Gemeinden	80
7.4	Aus- und Weiterbildung, Information, Kommunikation und Beratung	81
7.4.1	Aus- und Weiterbildung	81
7.4.2	Information, Kommunikation und Beratung	83
7.5	Vorbildwirkung des Kantons Schwyz	86
7.6	Zusammenfassung der vorgeschlagenen Massnahmen	90
7.7	Regionale und volkswirtschaftliche Wirkungen	91
8	Monitoring und Erfolgskontrolle	94
	Anhang	97
A-1	Verwendete Primärenergiefaktoren und THG- Emissionskoeffizienten	97
	Glossar	98
	Literatur	99

Zusammenfassung

Klima-, Umwelt- und Ressourcenprobleme erfordern eine aktive Energiepolitik

Als Basis für eine nachhaltige Entwicklung von Wirtschaft und Gesellschaft wird im Kanton Schwyz eine sichere, sparsame, effiziente und umweltschonende Energieversorgung angestrebt. Die Folgen der Klimaerwärmung, die Verknappung und die Konzentration der einfach zugänglichen Energievorräte auf wenige Länder (geopolitische Risiken und Abhängigkeiten), negative gesundheitliche Nebenfolgen von Aufbereitung und Verbrauch fossiler und nuklearer Energieträger sowie die nicht eliminierbaren Restrisiken der nuklearen Stromproduktion verlangen nach einer aktiven Energiepolitik. Die Steigerung der Energieeffizienz und die Produktion von Elektrizität und Wärme mit erneuerbaren Energien führen zu einer Verringerung der Risiken und bieten gleichzeitig grosse Chancen für die Region:

- Mehr regionale Wertschöpfung (ein Grossteil der Mittel, welche für fossile Energieträger ausgegeben werden – immerhin ca. 131 Millionen CHF im Jahr 2008 – fliessen aus der Region in andere Länder),
- weniger Kosten für die negativen Nebenfolgen des Verbrauchs fossiler Energieträger (die externen Kosten des Heizöl- und Erdgasverbrauchs werden für den Kanton Schwyz auf ca. 62 Mio. CHF/a geschätzt) und
- mehr Unabhängigkeit von globalen Energiepreisschwankungen (eine Steigerung des Preises für fossile Energien um ca. 5.5%, was plus 5 CHF/100 Liter Heizöl entspricht, führt zu zusätzlichen Energieausgaben im Kanton Schwyz von ca. 7.3 Mio. CHF/a).

Die nachhaltige Energiepolitik des Kantons Schwyz orientiert sich an den Zielsetzungen der 2000-Watt-Gesellschaft

Der Kanton Schwyz strebt für eine nachhaltige Energieversorgung eine konsequente und kohärente Energiepolitik an, welche sich an den Zielsetzungen der 2000-Watt-Gesellschaft orientiert. Die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft beruhen auf den wissenschaftlichen Erkenntnissen des UN-Klimarats IPCC¹ und umfassen eine doppelte Zielsetzung: einerseits sollen die CO₂-Emissionen auf 1 Tonne CO₂ pro Kopf und Jahr reduziert werden (weitgehende Entkarbonisierung der Gesellschaft bzw. Substitution fossiler Energieträger durch erneuerbare Energieträger). Andererseits soll die eingesetzte Energie sehr viel effizienter genutzt werden, so dass in Zukunft für die Deckung des Primärenergiebedarfs im Durchschnitt nur noch 2000 Watt pro Kopf und Jahr benötigt werden.

Die Umsetzung der Vision der 2000-Watt-Gesellschaft stellt eine grosse Herausforderung dar. Sie wird zurzeit von verschiedenen Kantonen angestrebt, darunter die Kantone LU, TG, BE, BS, AR, UR und AG. Der Kanton Zürich strebt eine entsprechende Senkung der CO₂-Emissionen an und die Städte Zürich, Genf, Basel, Luzern, St. Gallen und Schaffhausen haben die Vision der 2000-Watt-Gesellschaft in ihre energiepolitischen Programme

¹ IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change oder UN-Klimarat; eine zwischenstaatliche Sachverständigengruppe zum Klimawandel, welche von den Vereinten Nationen eingesetzt wurde.

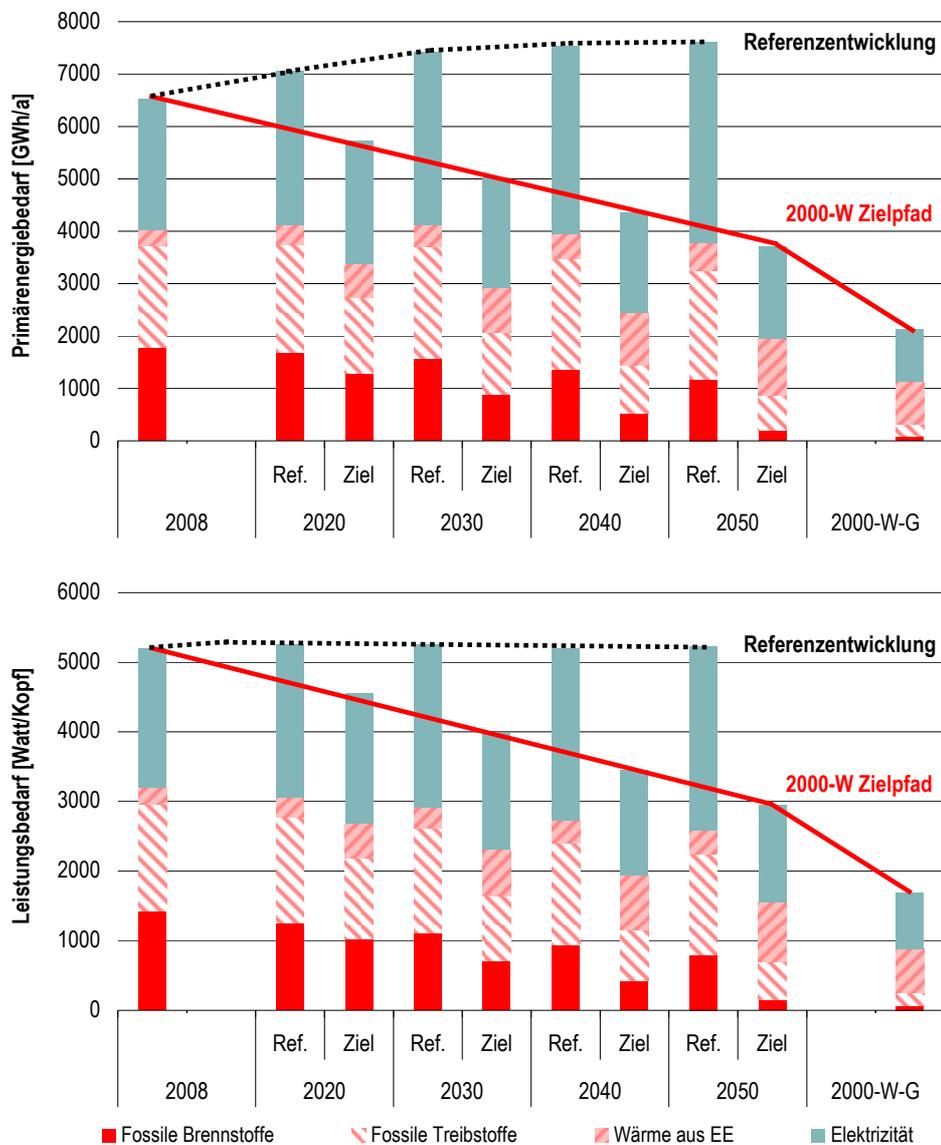
aufgenommen, in der Stadt Zürich wurde sie über einen Volksentscheid sogar in der Gemeindeordnung verankert.

Der vorliegende Bericht enthält Grundlagen und Massnahmen für die zukünftige Energiepolitik des Kantons. Auftragsgemäss wurde dabei die Mobilität nicht vertieft behandelt.

Ausgangslage, Referenzentwicklung und Zielpfad

Die nachfolgende Figur zeigt die Ausgangslage im Jahr 2008, die Referenzentwicklung (ohne zusätzliche energiepolitische Massnahmen) und den Zielpfad der 2000-Watt-Gesellschaft für den Primärenergieverbrauch (Energieaufwand, der für die Bereitstellung der im Kanton verbrauchten Endenergie benötigt wird) im Kanton Schwyz.

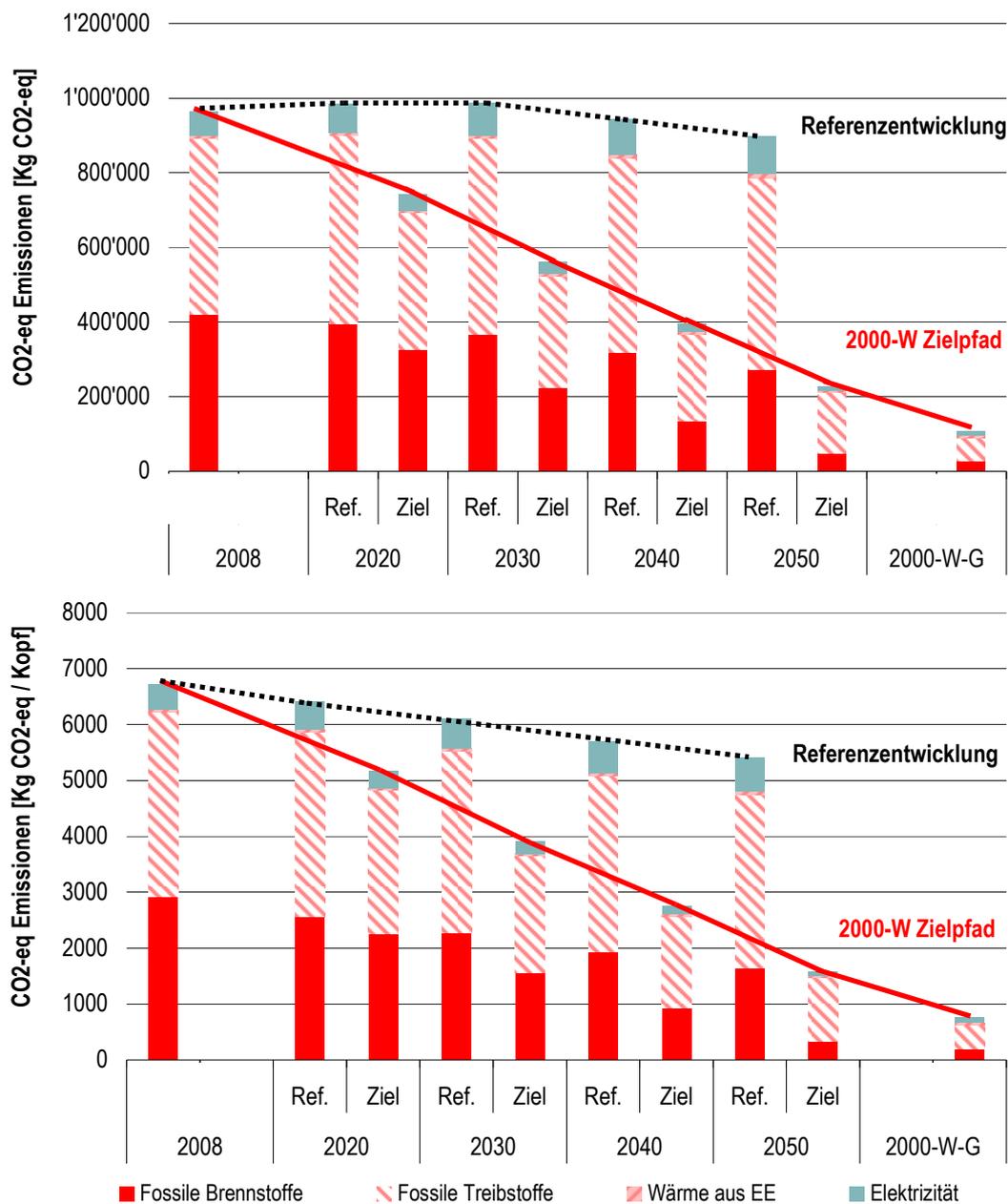
«Ausgangslage, Referenzentwicklung und Langfristzielsetzungen: Primärenergie»



Figur 1: Vergleich des Ist-Zustandes (2008), der Referenzentwicklung bis 2050 und des Zielpfads der 2000-Watt-Gesellschaft für den gesamten Primärenergieverbrauch in GWh/a (oben) und den Pro-Kopf-Primärenergie-Leistungsbedarf in Watt/Kopf (unten) im Kanton Schwyz

Die folgende Figur zeigt Ausgangslage, Referenz- und Zielpfad für den primärenergiebedingten CO₂-Ausstoss des Kantons Schwyz (in CO₂ Äquivalenten [CO₂-eq]).

«Ausgangslage, Referenzentwicklung und Langfristzielsetzungen: CO₂-Ausstoss»



econcept

Figur 2: Vergleich des Ist-Zustandes (2008), der Referenzentwicklung bis 2050 und des Zielpfades der 2000-Watt-Gesellschaft für die primärenergiebedingten CO₂-eq-Emissionen in kg CO₂-eq (oben) und die Pro-Kopf- CO₂-eq-Emissionen (unten) im Kanton Schwyz

Der Vergleich der Entwicklungen zeigt, dass bei der Primärenergie der Verringerung des Elektrizitäts- und des Brennstoffverbrauchs sowie der Steigerung der Nutzung erneuerbarer Energien hohe Bedeutung zukommt. Beim CO₂-Ausstoss fällt vor allem der Brennstoffverbrauch ins Gewicht, der trotz Reduktion in der Referenzentwicklung einer weite-

ren Verringerung bedarf. Der Mobilitätsbereich wurde auftragsgemäss nicht analysiert, sollte in Zukunft aber einbezogen werden, da ohne Massnahmen in diesem Bereich die umfassenden Zielsetzungen nicht erreicht werden können.

Die Ziele für den Primärenergieverbrauch und die CO₂ - Emissionen können mit folgenden Ansätzen erreicht werden:

- 1) Steigerung der Energieeffizienz,
- 2) Substitution fossiler und nuklearer Energieträger durch erneuerbare Energieträger und
- 3) Verringerung der Ansprüche an Energiedienstleistungen bzw. neue Lebensstile mit verringertem Ressourcenverbrauch («Suffizienz»).

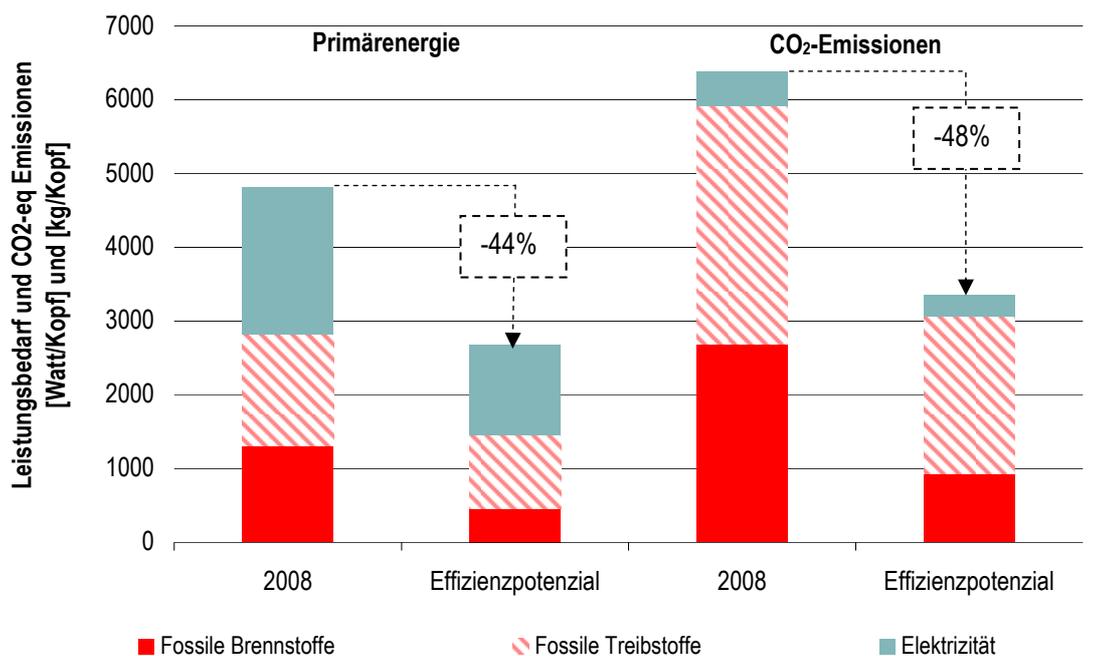
In der vorliegenden Studie werden schwerpunktmässig die ersten beiden Bereiche behandelt. Der Bereich der Suffizienz wird an Bedeutung gewinnen und sollte künftig für die Massnahmenausarbeitung einbezogen werden.

Für die Identifikation des Handlungsspielraums der kantonalen Energiepolitik wurden die Potenziale für die Steigerung der Energieeffizienz und für den Ausbau der erneuerbaren Energien im Elektrizitäts- und Wärmebereich eruiert.

Energieeffizienzpotenziale

Die folgende Figur zeigt zusammenfassend die Einsparpotenziale einer systematischen Verringerung des Brennstoff- (Gebäude und Prozesse) und des Elektrizitätsbedarfs. Die Schätzung der Effizienzpotenziale basiert auf der Annahme, dass heute verfügbare Technologien eingesetzt werden.

«Potenziale der Energieeffizienz im Kanton Schwyz»



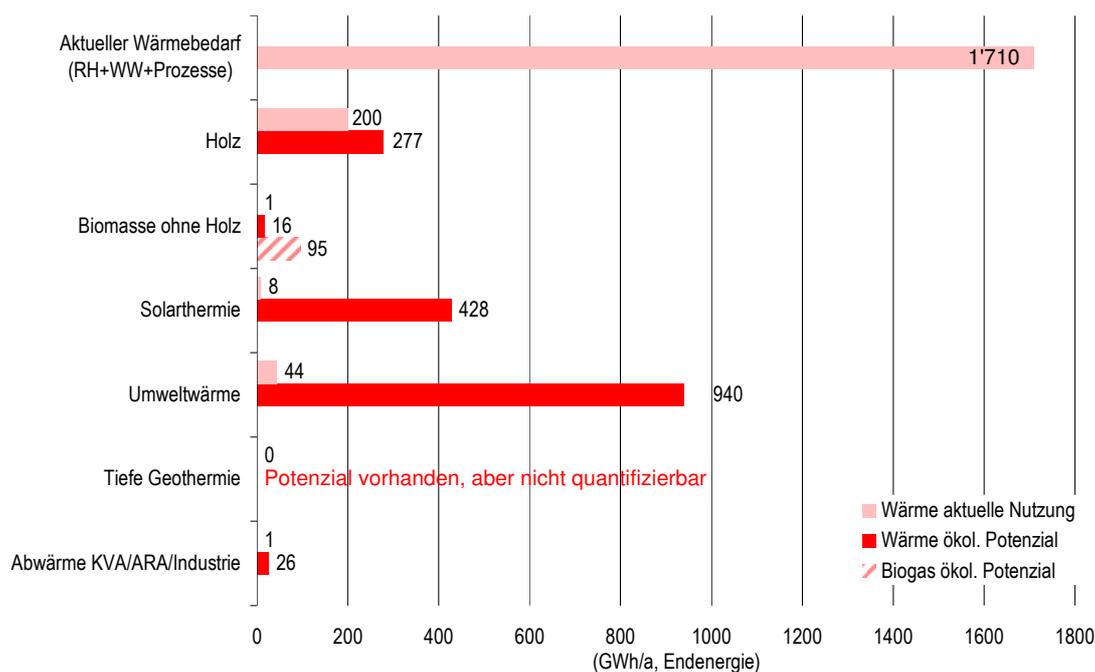
Figur 3: Leistungsbedarf und CO₂-eq Emissionen fossiler Energieträger und der Elektrizität (Stufe Primärenergie) im Kanton Schwyz: im Jahr 2008 und nach Nutzung der vorhandenen Energieeffizienzpotenziale (bei den Energieträgeranteilen vom Jahr 2008)

Fast die Hälfte der CO₂-Emissionen und ca. 44% des Primärenergiebedarfs können durch den Einsatz heute vorhandener Effizienztechnologien eingespart werden.

Potenziale erneuerbarer Energien

Grosse ökologische Potenziale für die *Wärmeerzeugung* bestehen bei der Umweltwärme (940 GWh/a Erdwärme und Grund- sowie Oberflächengewässer), der Solarthermie (428 GWh/a) und der Holzenergie (277 GWh/a). Die Nutzung von Abwärme aus Abwasserreinigungsanlagen und die Nutzung von Biomasse (ohne Holz) weisen ebenfalls bedeutende Potenziale auf. Bei Ausnutzung der gesamten Potenziale der erneuerbaren Energien im Wärmebereich könnten rund 1'685 GWh/a Wärme erzeugt werden, was in etwa dem aktuellen Wärmeverbrauch im Kanton entspricht. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass die Nutzung der Umweltwärme durch elektrische Wärmepumpen zu einem zusätzlichen Stromverbrauch führt, der aus erneuerbaren Energiequellen gedeckt werden muss, wenn diese als erneuerbar gezählt werden soll.

«Heutige Nutzung und ökologische Potenziale für den Wärmebereich»



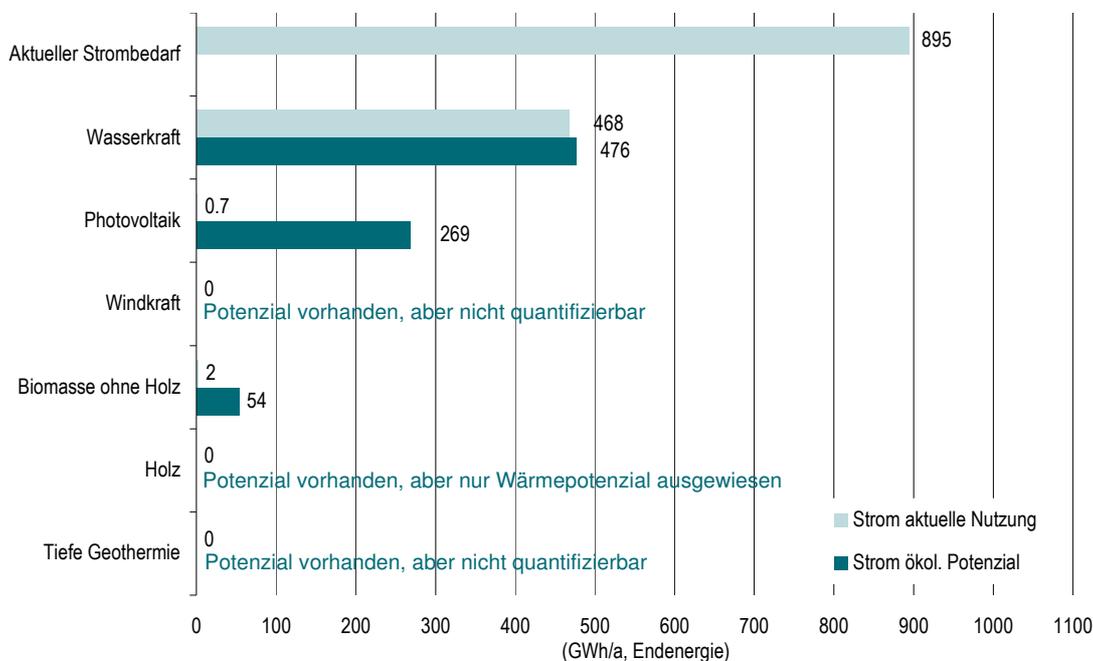
econcept

Figur 4: Vergleich der verschiedenen erneuerbaren Energieträger im Wärmebereich im Kanton Schwyz. Dargestellt ist die aktuelle Nutzung (hellrot) und das ökologische Potenzial (dunkelrot)

Das grösste ökologische Potenzial für die *Erzeugung von Elektrizität* mit erneuerbaren Energien hat die schon stark genutzte Wasserkraft mit schätzungsweise 476 GWh/a, gefolgt von der Photovoltaik mit 269 GWh/a, welche mit Abstand das grösste noch ungenutzte Potenzial aufweist. Weitere Potenziale bestehen bei der Nutzung von Biomasse ohne Holz (rund 54 GWh/a). Erste Abschätzungen zur Windkraft und zur Geothermie ergeben ein Nutzungspotenzial, das aber nicht quantifiziert werden kann. Bei der Nut-

zung der quantifizierten Potenziale könnten rund 800 GWh/a produziert werden, was rund 90 % des Strombedarfs im Jahr 2008 entspricht. Durch die Nutzung von Holz in Blockheizkraftwerken, könnte zusätzlicher erneuerbarer Strom produziert werden.

« Heutige Nutzung und ökologische Potenziale für den Strombereich »



econcept

Figur 5: Vergleich der verschiedenen erneuerbaren Energieträger im Strombereich im Kanton Schwyz. Dargestellt ist die heutige Nutzung (hellgrün) und das ökologische Potenzial (dunkelgrün)

Die nachfolgenden Massnahmen der Energiestrategie sollen den Primärenergieverbrauch und die CO₂-Emissionen bis 2020 dem Zielpfad der 2000-Watt-Gesellschaft annähern, in dem bei den ermittelten kantonalen Potenzialen angesetzt wird.

Massnahmen für die Energiestrategie

Die vorgeschlagenen Massnahmenansätze werden vier Schwerpunkten zugeordnet:

- 1 **Elektrizität:** Die Referenzentwicklung zeigt, dass ohne zusätzliche Massnahmen im Strombereich sowohl die kurz- als auch die langfristigen Ziele verfehlt werden. Da zusätzlich ein Trend zur vermehrten Elektrizitätsnutzung für die Substitution fossiler Energieträger feststellbar ist, wird dem Elektrizitätsbereich eine hohe Bedeutung zugeschrieben. In den folgenden Bereichen werden Massnahmen vorgeschlagen:

1.1 Steigerung der Stromeffizienz bei allen Verbrauchern und Verbraucherinnen.

1.2 Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger und der Wärmekraftkopplung (Photovoltaik, Holz und Biomasse sowie Wind und Geothermie, wenn geeignete Standorte gefunden werden).

- 2 **Wärme:** Die Referenzentwicklung zeigt, dass der Brennstoffverbrauch in Zukunft sinken wird. Ohne zusätzliche Massnahmen wird dennoch der Zielpfad verfehlt, weswegen Massnahmen in folgenden Bereichen vorgeschlagen werden:
- 2.1 Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudepark.
 - 2.2 Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger im Wärmebereich: Holz, Solarthermie und Biomasse (ohne Holz) in wärmegeführten Wärmekraftkopplungsanlagen, wenn keine Gaseinspeisung möglich ist.
 - 2.3 Förderung der Nutzung von erneuerbaren Energien und Abwärme mit kantonalen Planungsinstrumenten (bspw. kantonaler Energierichtplan) und mit einer verstärkten Zusammenarbeit mit den Gemeinden.
- 3 **Aus- und Weiterbildung, Information, Kommunikation und Beratung:** Dies ist ein Querschnittsbereich, der die Umsetzung der Massnahmen der oben stehenden Schwerpunktbereichen unterstützt. Einerseits soll verwaltungsintern eine möglichst hohe Integration der Vision und Zielsetzungen erreicht werden, damit andere Verwaltungsaktivitäten die Zielerreichung nicht beeinträchtigen. Andererseits sollen im Umgang mit der Bevölkerung und den Wirtschaftsakteuren möglichst grosse Akzeptanz und Synergien für die Energiestrategie geschaffen werden. Eine ambitionierte Energiepolitik bietet eine grosse Chance für Innovationen und für die Erhöhung der regionalen Wertschöpfung.
- 4 **Vorbildwirkung des Kantons Schwyz:** Als weiterer Bereich werden Massnahmen vorgeschlagen, die zu einer Reduktion des Energiebedarfs und zu einer erhöhten Nutzung erneuerbarer Energien in der Verwaltung und in den Liegenschaften des Kantons führen. Der Kanton kann Demonstrationsobjekte schaffen, die zeigen, wie der Zielpfad erreicht werden kann und auch dazu beitragen, eine gewünschte Marktentwicklung anzustossen.

Die folgende Tabelle zeigt die Übersicht der vorgeschlagenen Massnahmen, die im Bericht detailliert beschrieben und hergeleitet werden.

Massnahmen	Ressourcen-	Wirkungen im	Wirkungen	Ressourcen-	
	schätzung	Jahr 2020	im Jahr	Wirkung	
	1000 CHF/a	(Endenergie)	2020 (CO ₂)	CHF/	CHF/
		GWh/a	t CO ₂ eq/a	MWh PE	t CO ₂
Elektrizität					
S-EF 1: Förderung der Stromeffizienz in Haushalten	1'000	29	2115	12.5	473
S-EF 2: Gesetzliche Vorschriften für eine effiziente Elektrizitätsnutzung	40	80	5925	0.2	7
S-EF 3: Steigerung der Stromeffizienz bei Dienstleistungen, Industrie und Gewerbe	Vgl. S-EF 1	Vgl. S-EF 1	Vgl. S-EF 1	Vgl. S-EF 1	Vgl. S-EF 1
S-EE 1: Fördermassnahmen zur Steigerung der erneuerbaren Stromproduktion	1'000	12	901	29.4	1'110
S-EE 2: Spezialmassnahmen für die Förderung der erneuerbaren Stromproduktion und die Absenkung des Primärenergieanteils	n. q.	n. q.	n. q.	n. q.	n. q.

Massnahmen	Ressourcen-	Wirkungen im	Wirkungen	Ressourcen-	
	schätzung	Jahr 2020	im Jahr	Wirkung	
		(Endenergie)	2020 (CO ₂)	(Primärenergie)	
	1000 CHF/a	GWh/a	t CO ₂ eq/a	CHF/ MWh PE	CHF/ t CO ₂
TOTAL Stromverbrauch	2'040	121	8'940	14	228
Wärme					
G-EF 1: Fördermassnahmen zur Steigerung der Wärmeeffizienz von Gebäuden	2'400	42	12'280	46.5	195
G-EE 1: Fördermassnahmen für erneuerbare Energien im Wärmebereich	1'850	110	32'410	13.6	57
P-EE 1: Planungsinstrumente und Zusammenarbeit mit Gemeinden	40	n. q.	n. q.	n. q.	n. q.
TOTAL Wärmeverbrauch	4'290	152	44'690	22.5	95
Aus- und Weiterbildung, Information, Kommunikation und Beratung					
A1: Verbesserte Aus- und Weiterbildung von lokalen Fachkräften	20	n. q.	n. q.	n. q.	n. q.
I1: Information, Kommunikation und Beratung für die Bevölkerung	20	n. q.	n. q.	n. q.	n. q.
TOTAL A+I	40	n. q.	n. q.	n. q.	n. q.
Vorbildwirkung des Kantons Schwyz					
K1: Steigerung der Energieeffizienz und der erneuerbaren Energien im Elektrizitätsbereich	150	0.5 (EFF) 4 (EE)	n. q.	n. q.	n. q.
K2: Steigerung der Energieeffizienz und der erneuerbaren Energien im Wärmebereich	40	1.7 (EFF) 4 (EE)	n. q.	n. q.	n. q.
K3: Beschaffung ressourceneffizient ausgestalten	5	n. q.	n. q.	n. q.	n. q.
K4: Begleitmassnahmen für Bildung, Information, Kommunikation und Beratung	5	n. q.	n. q.	n. q.	n. q.
TOTAL Kantonale Verwaltung	200	ca. 10	n. q.	n. q.	n. q.
Massnahmenprogramm insgesamt	6'570	282	55'645	n. q.	n. q.

Tabelle 1: Übersicht über die vorgeschlagenen Massnahmen der Energiestrategie des Kantons Schwyz 2012 bis 2020

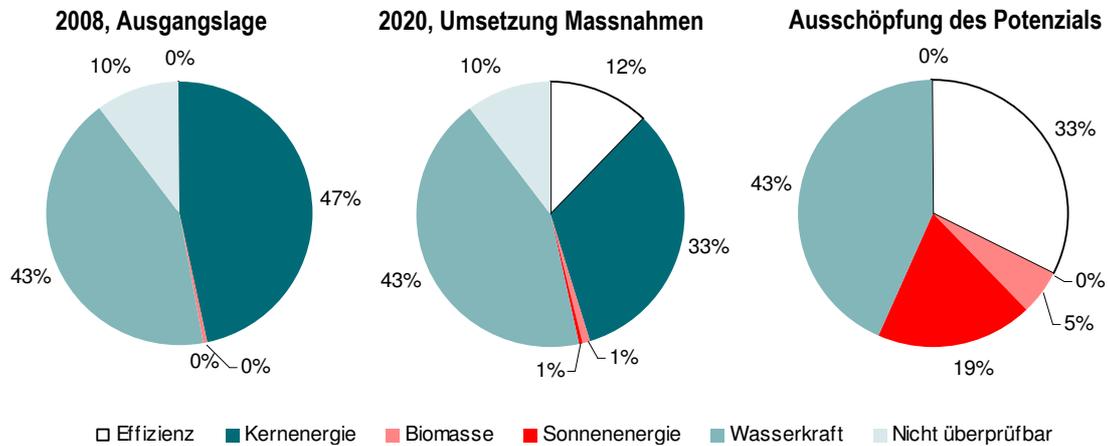
Die Umsetzung der vorgeschlagenen Energiestrategie erlaubt es sowohl im Rahmen des Globalbeitragsmodells als auch im Rahmen der wettbewerblichen Ausschreibungen Bundesmittel zu mobilisieren, so dass nicht sämtliche Fördermittel aus der Kantonskasse finanziert werden müssen. Ebenso könnten Mittel aus der Erhebung von Abgaben, z.B. auf den Strompreis, generiert werden (eine Abgabe auf dem Strompreis von 2.5 Rp./kWh würde die Finanzierung sämtlicher Massnahmen im Elektrizitätsbereich ermöglichen).

Im Elektrizitätsbereich können die Ziele für das Jahr 2020 übertroffen werden

Die vorgeschlagenen Massnahmen für Stromeffizienz und erneuerbare Stromproduktion führen insgesamt dazu, dass die Zielsetzung einer Einsparung von minus 70 GWh/a bis 2020 um ca. 50 GWh/a übertroffen wird (Wirkung insgesamt ca. 121 GWh/a). Damit verbleibt Raum für den Einsatz von Elektrizität zum Ersatz fossiler Energien. Würden die Gewinne bei der Stromeffizienz und die zusätzliche Produktion von erneuerbarem Strom für den Ersatz von Kernkraftstrom eingesetzt, liessen sich insgesamt rund 490 GWh/a

Primärenergie einsparen (Primärenergiefaktor: 4.08 kWh-eq/kWh). Bei der Endenergie lässt sich mit den vorgeschlagenen Massnahmen der Strommix wie folgt verändern:

«Änderung des Strommixes»



econcept

Figur 6: Veränderung des Strom-Mix durch die Umsetzung der vorgeschlagenen Massnahmen bis 2020 für den Ersatz der Kernenergie (mittlere Figur) und Vergleich mit der Nutzung des Gesamtpotenzials für Stromeffizienz und der erneuerbar produzierte Strom (ohne Wind und Geothermie) auf dem Kantonsgebiet (rechte Figur). Durch die Nutzung der Geothermie, der Windkraft und den Einkauf von erneuerbaren Energien von ausserhalb des Kantons liesse sich der Anteil des erneuerbar produzierten Stroms weiter erhöhen.

Im Wärmebereich können die Ziele für das Jahr 2020 mit den kantonalen Massnahmen nur gut zur Hälfte erreicht werden

Die Massnahmen für die Steigerung der Wärmeeffizienz und die Erhöhung der Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmebereich führen im Jahr 2020 zu Einsparungen von ca. 152 GWh/a. Damit wird etwa die Hälfte der Differenz von 330 GWh/a Endenergie zwischen Referenz- und Zielpfad im Jahr 2020 erreicht. Weitere Wirkungen werden mit dem Gebäudeprogramm der Kantone, durch den Einsatz von Planungsinstrumenten und durch den Ersatz fossiler Feuerungen mit Wärmepumpen erzielt. Mit den vorgeschlagenen Massnahmen und Fördermitteln für die Förderung der erneuerbaren Energien im Wärmebereich könnten bei der Abwärmenutzung bis zu 100% des eruierten Potenzials beim Energieholz ca. 40% und bei den Sonnenkollektoren ca. 7% des Potenzials erschlossen werden.

Wie eingangs erwähnt, führt eine Umsetzung der vorgeschlagenen Energiestrategie neben den energetischen und den klimatischen Wirkungen zu positiven volkswirtschaftlichen und gesundheitlichen Wirkungen für den Kanton. Gemäss Umrechnung der gesamtschweizerischen Ergebnisse der kantonalen Förderprogramme des Jahres 2009 auf den Kanton Schwyz (BFE 2010c), liessen sich mit dem vorgeschlagenen Förderprogramm von 6.53 Mio. CHF/a Investitionen von ca. 26 Mio. CHF/a und eine Beschäftigungswirkung von ca. 130 Personenjahren erzielen.

Zudem leistet der Kanton Schwyz damit einen Beitrag an die weltweiten Bemühungen zur Eindämmung der Klimaerwärmung. Dies ist auch deswegen wichtig, weil die Finanzierung der Anpassung an die Schäden einer ungebremsten Klimaerwärmung (z.B. zum Schutz vor Naturgefahren) nach heutigem Wissen weitaus teurer wird als die Umsetzung einer Energiepolitik, die wirksam CO₂-Emissionen reduziert und damit die Klimaerwärmung eindämmt.

1 Einleitung

Das Baudepartement des Kantons Schwyz hat die Erarbeitung einer gesamtenergiepolitischen Strategie für den Kanton Schwyz in zwei Teilen veranlasst. Im ersten Teil soll die zukünftige energiepolitische Ausrichtung erarbeitet werden und im zweiten Teil geht es spezifisch um die Frage, ob und wie sich der Kanton bzw. die öffentliche Hand in der Stromversorgung in Zukunft stärker engagieren soll.

Der vorliegende Schlussbericht bezieht sich auf den ersten Themenkreis «Energiepolitik». Der zweite Themenkreis «Strom: Netz, Produktion und Versorgung» wird im Schlussbericht von Ecoplan/merker@energierecht.ch bearbeitet und in einem zweiten Bericht vorgelegt.

1.1 Zielsetzungen Teil Energiepolitik

Im vorliegenden Bericht zum Teil «Energiepolitik» werden die Grundlagen für die mittel- bis langfristige energiepolitische Ausrichtung des Kantons Schwyz erarbeitet. Dazu gehören

- die Analyse der Ausgangslage (wo steht der Kanton im Jahr 2008/2010),
- die Analyse der kantonalen Potenziale für die Steigerung der Energieeffizienz und die Nutzung erneuerbarer Energien und Abwärme,
- die Festlegung von energiepolitischen Langfristzielsetzungen bzw. die zukünftige energiepolitische Ausrichtung des Kantons,
- die Bestimmung des resultierenden Handlungsbedarfes und
- die Erarbeitung von Handlungsschwerpunkten und von konkreten energiepolitischen Massnahmen.

Die kantonale Energiestrategie basiert auf einer langfristigen Vision für eine künftige Energie- und Klimapolitik des Kantons. Davon werden die kurz- bis mittelfristigen (bis 2020) Ziele der kantonalen Energiepolitik abgeleitet.

Auf Wunsch der Auftraggeber wird auf eine vertiefte Analyse des durch die Mobilität verursachten Energieverbrauchs und die Ausarbeitung von Massnahmen in diesem Bereich verzichtet.

1.2 Aufbau des vorliegenden Berichts

Der vorliegende Bericht zum Teil «Energiepolitik» ist wie folgt strukturiert:

- In Kapitel 2 werden die nationalen energie- und klimapolitischen Rahmenbedingungen kurz umrissen.
- In Kapitel 3 wird der aktuelle Energieverbrauch im Kanton Schwyz beschrieben.
- Kapitel 4 analysiert die Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Nutzung erneuerbarer Energien auf dem Kantonsgebiet.
- Kapitel 5 zeigt eine Referenzentwicklung für die Situation ohne zusätzliche Massnahmen auf.
- Kapitel 6 enthält Vision, Ziele und Schwerpunkte der Energiestrategie für die Kanton Schwyz.
- In Kapitel 7 werden in den vier Schwerpunktbereichen der Energiestrategie «Elektrizität», «Wärme», «Kommunikation, Information, Beratung, Aus- und Weiterbildung» sowie «Vorbildwirkung des Kantons» Massnahmen für die Energiepolitik bis 2020 vorgeschlagen und ihre Wirkungen abgeschätzt.
- Kapitel 8 enthält Hinweise auf das Monitoring und die Erfolgskontrolle der künftigen kantonalen Energiepolitik und ihrer Massnahmen.

2 Nationale Rahmenbedingungen

2.1 Rechtliche und energie- und klimapolitische Grundlagen

Die Energiepolitik des Bundes basiert auf dem Energieartikel in der Bundesverfassung (Art. 89, BV 2006). Gemäss Verfassungsauftrag sind Bund und Kantone für eine ausreichende, breit gefächerte, sichere, wirtschaftliche und umweltverträgliche Energieversorgung sowie für einen sparsamen und rationellen Energieverbrauch verantwortlich. Der Verfassungsauftrag wird unter anderem mit dem Eidgenössischen Energiegesetz (EnG 1998), dem CO₂-Gesetz (CO₂-Gesetz 1999), dem Stromversorgungsgesetz (StromVG 2007) sowie dem Kernenergiegesetz (KEG 2003) umgesetzt und in ihren jeweiligen Verordnungen weiter konkretisiert.

Das Energiegesetz weist den Kantonen die folgenden Aufgaben zu:

- Die Kantone erlassen Vorschriften über die sparsame und rationelle Energienutzung in Neubauten und bestehenden Bauten und unterstützen die Umsetzung entsprechender Verbrauchsstandards.
- Die Kantone schaffen günstige Rahmenbedingungen für die sparsame und rationelle Energienutzung sowie für die Nutzung erneuerbarer Energien.
- Die Kantone nehmen die Ausbildung, Weiterbildung, Information und Beratung zu Aufgaben im Rahmen des Energiegesetzes gemeinsam mit dem Bund wahr.
- Falls die Kantone ein Förderprogramm für energetische Massnahmen haben, erhalten sie Globalbeiträge des Bundes, deren Höhe von den kantonalen Förderbeiträgen und vom Erfolg des Programms abhängen.
- Die Kantone legen Bestimmungen zur dezentralen Einspeisung von Elektrizität von unabhängigen Produzenten, beispielsweise aus Kleinwasserkraftwerken, fest.

Die Rahmenbedingungen im Elektrizitätsbereich werden laufend angepasst. Im März 2007 hat das Parlament das Stromversorgungsgesetz (StromVG) und gleichzeitig das revidierte Energiegesetz (EnG) verabschiedet. Damit wurden die Marktliberalisierung im Strombereich sowie auch die Kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) für erneuerbare Elektrizität geregelt. Das StromVG überträgt den Kantonen verschiedene Aufgaben. Gemäss Art. 5 Abs. 1 StromVG sind die Kantone zuständig für die Bezeichnung und Zuteilung der Netzgebiete der auf ihrem Gebiet tätigen Netzbetreiber. Diese Netzzuteilung kann mit einem Leistungsauftrag an die Netzbetreiber verbunden werden. Die Verordnung zum Stromversorgungsgesetz (StromVV) wurde am 1. April 2008 in Kraft gesetzt. Die erste Stufe der Marktöffnung mit dem Netzzugang für GrossverbraucherInnen (>100 MWh/a) und die Bestimmungen zur kostendeckenden Einspeisevergütung traten am 1. Januar 2009 in Kraft. Die volle Marktöffnung für alle EndverbraucherInnen wird in den Jahren 2014 oder 2015 durch einen Bundesbeschluss in Kraft gesetzt, wobei dieser Bundesbeschluss dem fakultativen Referendum untersteht. Der genaue Zeitpunkt ist aktuell

nicht bekannt, da das StromVG in Revision ist. Dieses wird aufgrund der bisherigen Erfahrungen mit der ersten Phase der Marktöffnung vom UVEK überarbeitet und angepasst. Aufgrund der Komplexität der Angelegenheit wird das revidierte StromVG voraussichtlich im Jahr 2015 in Kraft treten, weswegen auch die Marktöffnung bis dahin verschoben werden könnte.

Mit der KEV soll die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2030 um mindestens 5400 GWh/a erhöht werden. Dazu sollen gemäss BFE jährlich rund 247 Millionen Franken (Stand: November 2010) für die Abgeltung der Differenz zwischen der Vergütung und dem Marktpreis zur Verfügung stehen. Der grosse Teil dieser Förderung ist aktuell für die Wasserkraft reserviert.

In der Energiestrategie des Bundesrates aus dem Jahr 2007 wurden für die aktuelle Energiepolitik vier Stossrichtungen definiert: (1) Energieeffizienz, (2) Erneuerbare Energien, (3) Grosskraftwerke und (4) Energieaussenpolitik. Zur Konkretisierung der Energiestrategie hat das UVEK die Aktionspläne «Energieeffizienz» und «Erneuerbare Energien» erarbeitet.

Auf nationaler Ebene unterstützt der Bund die energiepolitischen Massnahmen der Kantone finanziell mit Globalbeiträgen. Die Globalbeiträge werden jährlich ausbezahlt. Die Verteilung der Mittel für Globalbeiträge richtet sich nach der Wirksamkeit der energiepolitischen Massnahmen eines Kantons und dem Umfang der jeweiligen kantonalen Förderprogramme.

Mit der vom Parlament im Juni 2009 beschlossenen Teilzweckbindung der vom Bund erhobenen CO₂-Abgabe auf fossile Brennstoffe, erschloss der Bund eine weitere Geldquelle für die Förderung der energetischen Sanierung des bestehenden Gebäudeparks der Schweiz. Während maximal 10 Jahren wird ein Drittel der Einnahmen, also bis zu 200 Millionen CHF pro Jahr, aus der CO₂-Abgabe für die Förderung von Gebäudesanierungen und von erneuerbaren Energien, Abwärmenutzung und Gebäudetechnik zur Verfügung stehen.

Zusätzlich kann der Aktionsplan gegen Feinstaub des Bundes aus dem Jahr 2006 wegen seiner Relevanz für Holzfeuerungen zu den Rahmenbedingungen gezählt werden. Dieser verlangt eine Reduktion der Feinstaub- und Russemissionen aus Holzfeuerungen sowie der Dieselmotoren Emissionen des Strassenverkehrs.

2.2 Langfristige Zielsetzungen der nationalen Energie- und Klimapolitik

Als Teil der Strategie Nachhaltige Entwicklung gemäss Art. 73 der Bundesverfassung hat der Bundesrat im Jahr 2002 im Bericht «Strategie Nachhaltige Entwicklung 2002» festgehalten, dass das Konzept der 2000-Watt-Gesellschaft als allgemeine, langfristig anzustrebende Zielvorstellung für die schweizerische Energie- und Klimapolitik dienen soll. Die 2000-Watt-Gesellschaft verfolgt eine doppelte Zielsetzung.

- Einerseits sollen die Treibhausgasemissionen global auf eine Tonne pro Kopf und Jahr reduziert werden, sodass die Erhöhung der durchschnittlichen globalen Temperatur auf maximal 2 °C beschränkt werden kann.
- Andererseits soll der Energieeinsatz viel effizienter erfolgen, damit eine durchschnittliche Primärenergie-Leistung von 2000 Watt pro Person genügt, um den Energiebedarf zu decken (entspricht einem Primärenergieverbrauch von 17'500 kWh pro Kopf und Jahr).

In der Botschaft des Bundesrates zur Revision des bis 2012 gültigen CO₂-Gesetzes und zur Schweizer Klimapolitik nach 2012 hat dieser die Zielvorstellungen der Schweiz für das Jahr 2020 skizziert. Bis dahin sollen die Treibhausgasemissionen der Schweiz gegenüber 1990 um mindestens 20 Prozent reduziert werden. Zusätzlich wird folgende Aussage gemacht: «Im Wissen, dass für die Stabilisierung der atmosphärischen Treibhausgaskonzentration auf einem akzeptablen Niveau höhere Reduktionsanstrengungen der Industrieländer notwendig sind, will der Bundesrat das Reduktionsziel je nach Verlauf der internationalen Verhandlungen auf bis zu 30 Prozent bis 2020 im Vergleich zu 1990 erhöhen».

3 Aktueller Energieverbrauch im Kanton SZ

3.1 Datenerhebung und Bilanzierungsgrössen

Für die Berechnung der Energiebilanz des Kantons Schwyz wird der Endenergieverbrauch aller relevanten Energieträger im Kanton Schwyz erfasst und in **Primärenergie** sowie **CO₂-Emissionen** umgerechnet². Dafür wird die Methodik verwendet, die von der Stadt Zürich in Zusammenarbeit mit dem BFE, EnergieSchweiz und Novatlantis entwickelt wurde (Bébié et al. 2008), da diese einen Vergleich mit den Zielsetzungen der 2000-Watt-Gesellschaft (vgl. Vision der Energiepolitik in Kapitel 6) ermöglicht.

Primärenergie wird definiert als kumulierter Energieaufwand (KEA) mit globaler Systemgrenze, d.h. als Energieinhalt von Erdöl-, Erdgas- und Uranvorräten, Wasserkraft ab Turbine, Erdwärme und weiteren Energieträgern unter Berücksichtigung des Energieaufwandes für Förderung, Umwandlung, Transport und Verteilung. Zur Berechnung des Primärenergieverbrauches wird der Endenergieverbrauch je Energieträger mit den jeweiligen *Primärenergiefaktoren* multipliziert. Die CO₂-Emissionen werden in CO₂-Äquivalenten³ erhoben (CO₂-eq) und jeweils für den Primärenergieeinsatz ausgewiesen. Treibhausgase, die aufgrund anderer Prozesse entstehen, werden hier nicht ausgewiesen (bspw. Methanemissionen aus Nutztierhaltung, Lachgasemissionen aus der Stickstoffdüngung oder Emissionen synthetischer Treibhausgase).

Durch die Betrachtung auf der Stufe der Primärenergie wird sichergestellt, dass der Energieaufwand für die Bereitstellung des statistisch erfassten Endenergieverbrauchs mitberücksichtigt wird. Wie gross dieser kumulierte Energieaufwand ist, verdeutlichen die folgenden Zahlen für das Jahr 2008: Gemäss Gesamtenergiestatistik für das Jahr 2008 lag der schweizerische *Endenergieverbrauch* bei 34'212 kWh pro Person. Der *Primärenergieverbrauch*⁴ betrug im selben Jahr knapp das 1.6-Fache, nämlich ca. 54'025 kWh pro Kopf. Zur Bereitstellung dieser Menge Primärenergie wird schweizweit eine permanente Leistung von ca. 6'160 Watt pro Kopf benötigt.

² In der Energiewirtschaft werden verschiedene Energiebegriffe unterschieden:

Primärenergie: Die Energie, die mit den natürlich vorkommenden Energieformen oder Energiequellen zur Verfügung steht, z.B. als Kohle, Gas oder Wind.

Sekundärenergie: Wird durch Umwandlung von Primärenergie gewonnenen, in erster Linie in Form von elektrischer, aber auch mechanischer, thermischer oder chemischer Energie (z. B. in Briketts, Koks, Benzin).

Endenergie: Die beim Endverbraucher ankommende Energie: Derjenige Teil der Primärenergie, welcher dem Verbraucher nach Abzug von Transport- und Umwandlungsverlusten, zur Verfügung steht. (Heizöl im Öltank, Gas oder Strom aus dem Hausanschluss, usw.)

Nutzenergie: Entsteht durch Umwandlung der Endenergie zur Deckung der energetischen Bedürfnisse der Endnutzer.. Mögliche Formen sind beispielsweise: Wärme zur Raumheizung, Licht zur Arbeitsplatzbeleuchtung oder Schallwellen.

³ Die CO₂-Äquivalente geben an, welcher Menge von CO₂ ein Treibhausgas entspricht, um denselben Treibhauseffekt zu erhalten. Als Vergleichswert dient somit CO₂. Der Äquivalenzwert beschreibt die mittlere Erwärmungswirkung über einen bestimmten Zeitraum; meistens 100 Jahre. Beispielsweise beträgt das CO₂-Äquivalent für Methan bei einem Zeithorizont von 100 Jahren 25: Das bedeutet, dass ein Kilogramm Methan über diesen Zeitraum der Wirkung von 25 Kilogramm CO₂ entspricht.

⁴ Um den Primärenergieverbrauch im Jahr 2008 zu berechnen, wird der Endenergieverbrauch je Energieträger (Heizöl, Gas, Benzin, Diesel, Schweizer Elektrizitätsmix, etc.) mit Primärenergiefaktoren gemäss Frischknecht und Tuschmid (2008) multipliziert. Die Primärenergiefaktoren werden mit dem kumulierten Energieaufwand (KEA) je Einheit Endenergie gemäss der Ökobilanzdatenbank ecoinvent 2.0 bestimmt.

Tabelle 2 zeigt die für die Datenerhebung wesentlichen Primärenergiequellen, Endenergieträger und die jeweiligen Verwendungszwecke. Zusätzlich wird angegeben, wie der jeweilige Endenergieverbrauch erfasst oder berechnet wird. Eine detaillierte Beschreibung der Vorgehensweise erfolgt in den nachfolgenden Kapiteln.

Primärenergiequellen	Endenergieträger	Datenerhebung	Verwendungszweck	
Fossile Energieträger: Erdöl, Erdgas und Kohle	Heizöl EL	Berechnung auf Basis des Verzeichnisses der Ölfeuerungen.	Wärme: Raumwärme und Warmwasser, Prozesswärme	
	Erdgas	Absatz und Aufteilung auf VerbraucherInnengruppen gemäss der lokalen Erdgasversorgungsunternehmen		
	Strom aus fossilen Quellen		Strom: Licht, Geräte und Haustechnik, WP, teilw. Widerstandsheizungen, Antriebe und Strassenbeleuchtung	
Kernbrennstoffe	Strom aus Atomkraft	Absatz an VerbraucherInnengruppen und Herkunft des gelieferten Stromes von den verschiedenen regionalen Energieversorgungsunternehmen (EVU). Aufteilung auf VerbraucherInnengruppen gemäss Angaben zum CH-Durchschnitt 2008.		
Erneuerbare Energieträger	Strom aus Wasserkraft		Abschätzung auf Basis des Verzeichnisses der installierten Holzfeuerungen, der Angaben des Amtes für Wald und Umweltschutz sowie des Amtes für Umwelt.	Wärme: Raumwärme und Warmwasser; Prozesswärme
	Strom aus Photovoltaik			
	Strom aus Windkraft			
	Strom aus Biomasse (Holz, Biogas) und Kehricht			
	Wärme aus Biomasse (Holz und Biogas)	Abschätzung der gelieferten Energie anhand der installierten Kollektorfläche und von mittleren Erträgen für die Schweiz.		
	Wärme von Sonnenkollektoren	Abschätzung des Beitrags anhand der installierten Leistung von Wärmepumpen.		
	Umweltwärmenutzung			
Graue Energie	Wird anhand von schweizerischen Durchschnittswerten erfasst aber nicht weiter behandelt.			

Tabelle 2: Primärenergiequellen, Energieträger, Endenergieverbrauch und deren Datenerhebung im Kanton Schwyz

Der Energieverbrauch der VerbraucherInnen wird als Endenergieverbrauch erfasst. **Endenergie**, ist die netto an die VerbraucherInnen innerhalb des Bilanzperimeters gelieferte Energie. Der Primärenergieverbrauch entspricht dem mit den Primärenergiefaktoren⁵ bewerteten (bzw. multiplizierten) Endenergieverbrauch⁶.

Der Verbrauch von **grauer Energie** (Energieverbrauch für Erzeugung, Verarbeitung und Transport von innerhalb der Bilanz- bzw. Systemgrenzen konsumierten Konsumgütern und Dienstleistungen) wird bei der verwendeten Methodik nicht separat erfasst. Dennoch sei hier darauf hingewiesen, dass der Importsaldo von Gütern und Dienstleistungen einen erheblichen zusätzlichen Energieverbrauch und CO₂-Emissionen verursacht. Gemäss Jungbluth et al. (2007) betragen die grauen Treibhausgasemissionen 2004 in der Schweiz 5.3 Tonnen CO₂-eq pro Kopf. Insgesamt berechneten Jungbluth et al. (2007)

⁵ Primärenergiefaktoren für die Schweiz: Frischknecht R., Tuchschnid M. (2008): Primärenergiefaktoren von Energiesystemen, ESU-Services, Uster, Version vom 30.4. 2008

⁶ Die Energie, die den Verbrauchern innerhalb der Untersuchungsgebietes netto geliefert wird. Dabei bemisst sich der Energieinhalt von Brenn- und Treibstoffen nach dem Brennwert (oberer Heizwert). Quelle: Bébié et al 2008.

Pro-Kopf-Emissionen von 12 Tonnen pro Jahr. Gemäss einer aktuelleren Studie werden für die Schweiz insgesamt noch höhere Pro-Kopf-Emissionen von 18.4 Tonnen pro Jahr berechnet (Hertwich und Peters 2009, zitiert in Girod 2009). Die Autoren der 2000-Watt-Methodik empfehlen deswegen, die Saldi der grauen Energieimporte und -exporte sowie die damit verbundenen Treibhausgasemissionen auf Basis der gesamtschweizerischen Daten pro Kopf der Bevölkerung ergänzend zu erfassen und separat auszuweisen.

Im Folgenden werden der Endenergieverbrauch und die energiebedingten CO₂-Emissionen im Kanton Schwyz für das Jahr 2008 bilanziert. Dabei wird in der Regel vom Territorialprinzip⁷ ausgegangen und anhand des tatsächlichen oder berechneten Endenergieverbrauchs der Primärenergieverbrauch berechnet. Die Bilanzierung des aktuellen Energieverbrauchs dient als Basis für die Ausarbeitung der Energiestrategie und hilft die relevanten Handlungsfelder zu identifizieren. Die Nachführung der Bilanz kann dazu dienen, den Erfolg der Massnahmen zu überprüfen.

3.2 Bilanz des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen

Die Bilanz für das Jahr 2008 wird zuerst in einer zusammenfassenden Übersicht präsentiert und danach im Detail je Primärenergieträger erläutert.

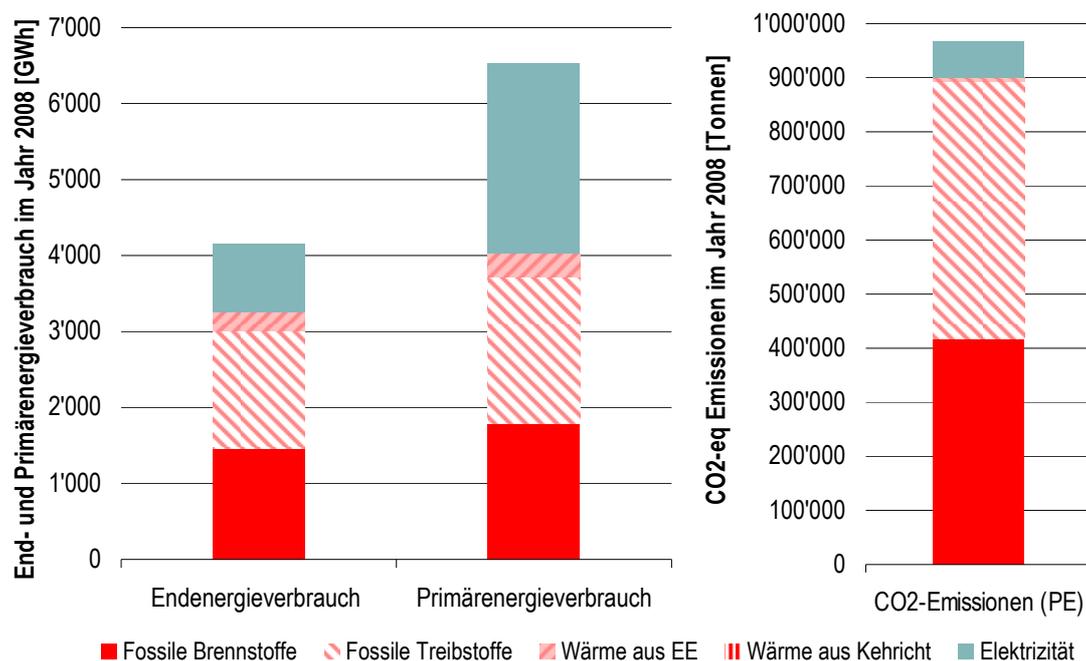
3.2.1 Zusammenfassende Übersicht

Die primärenergiebedingten *CO₂-eq-Emissionen* im Kanton Schwyz betragen 2008 rund 965'650 Tonnen pro Jahr und stammen zu 93 % aus der Verbrennung von Brenn- (43 %) und Treibstoffen (49 %). Der *Primärenergieverbrauch* aus dem Jahr 2008 von rund 6'530 GWh/a besteht zu 57 % aus dem Verbrauch von Brenn- (27 %) und Treibstoffen (30 %) sowie zu 38 % aus dem Verbrauch von Elektrizität. Der Endenergieverbrauch beträgt rund 4'150 GWh/a und liegt somit um einen Faktor 1.57 tiefer als der Primärenergieverbrauch. Knapp 43 % der 2008 konsumierten Elektrizität stammen aus erneuerbaren Quellen (hauptsächlich Wasserkraft). Der Anteil von Wärme aus neuen erneuerbaren Energien (EE) und Abfall am Endenergieverbrauch beträgt im Jahr 2008 rund 6 % bzw. 5 % bezogen auf den Primärenergieverbrauch.

Figur 7 zeigt den Verbrauch von End- und Primärenergie sowie die energiebedingten CO₂-eq-Emissionen aus dem Jahr 2008 für den Kanton Schwyz.

⁷ Bei der Verwendung des Territorialprinzips werden nur diejenigen Emissionen ausgewiesen, die innerhalb des Territoriums der zu untersuchenden Region entstehen. Der Energieaufwand, der zur Bereitstellung der innerhalb des Territoriums konsumierten Endenergie benötigt wird, wird über die Berechnung des Primärenergiebedarfs berücksichtigt. Emissionen, die bei der Herstellung importierter Produkte entstehen, werden nicht ausgewiesen.

«Energieverbrauch und CO₂-eq-Emissionen Kanton Schwyz im Jahr 2008»



econcept

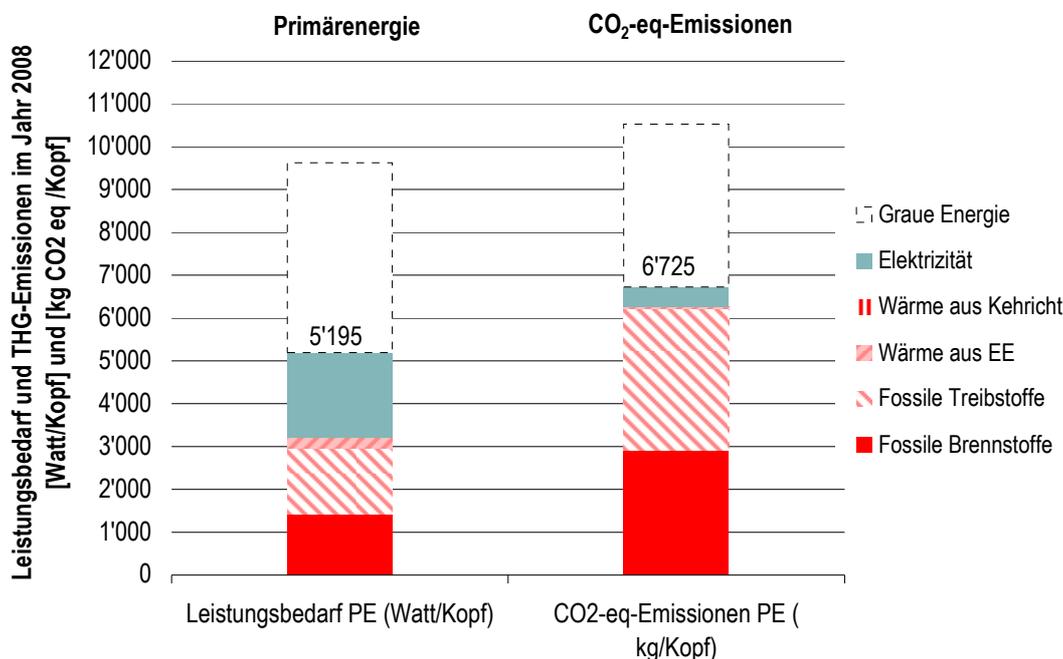
Figur 7: Energieverbrauch und energiebedingte CO₂-eq-Emissionen im Kanton Schwyz im Jahr 2008. EE = erneuerbare Energien (Holz, Biogas, Solarthermie und Umweltwärme). Quellen: vgl. nachfolgende Abschnitte

Verglichen mit schweizerischen Pro-Kopf-Durchschnittswerten aus dem Jahr 2008 liegt der Verbrauch fossiler Brennstoffe im Kanton Schwyz bei rund 94% des Schweizer Wertes. Der Verbrauch erneuerbarer Wärme liegt ca. 15% über und der Elektrizitätsverbrauch etwa 18% unter dem schweizerischen Durchschnitt. Der Treibstoffbedarf wurde auf Basis gesamtschweizerischer Werte berechnet. Der Vergleich mit dem schweizerischen Durchschnitt ist nur bedingt aussagekräftig. Bei der Betrachtung eines kleineren Territoriums können Bilanzierungsprobleme entstehen und die wirtschaftlichen Strukturen wie auch energieverbrauchsrelevante Infrastrukturen können stark vom nationalen Durchschnitt abweichen. Besonders wichtig für die Unterschiede zwischen der Schweiz und einem kleineren Territorium sind einzelne GrossverbraucherInnen, der Schienenfern- und Güterverkehr sowie der Tanktourismus. Ein Vergleich mit der schweizerischen Wirtschaft zeigt, dass es im Kanton Schwyz insgesamt ca. 17% weniger Beschäftigte (Voll- und Teilzeit) pro EinwohnerIn gibt (rund 0.45 Beschäftigte pro EinwohnerIn). Im 1. Sektor gibt es im Kanton deutlich mehr Beschäftigte pro EinwohnerIn als in der Schweiz (plus 50%), im 2. Sektor etwa 4% weniger und im 3. Sektor etwa 25% weniger (alle Werte gelten für das Jahr 2008). Diese Unterschiede vermögen zum Teil den geringeren Stromverbrauch im Kanton Schwyz zu erklären.

Der auf Basis des Primärenergieverbrauchs berechnete Leistungsbedarf sowie die CO₂-eq-Emissionen pro EinwohnerIn des Kantons SZ im Jahr 2008 wird nachfolgend in Figur 8 gezeigt.

Zusätzlich wird der Leistungsbedarf und die CO₂-eq-Emissionen, die im Zusammenhang mit dem Konsum von Gütern und Dienstleistungen anfallen gezeigt. Dieser graue Energiebedarf macht mit schätzungsweise 4'400 Watt Primärenergie pro Kopf und 3'800 kg CO₂-eq pro Kopf einen grossen Anteil des totalen Primärenergieverbrauchs und der gesamten CO₂-eq-Emissionen der Bevölkerung aus. Die Berechnung des grauen Energieverbrauchs basiert auf gesamtschweizerischen Pro-Kopf Durchschnittswerten (vgl. Jungbluth et. al 2007). Im Weiteren wird nicht vertieft auf die graue Energie eingegangen, weil mit der Energiepolitik in erster Linie Ziele verfolgt werden, die den Verbrauch von Energieträgern betreffen.

«Leistungsbedarf und CO₂-Emissionen der EinwohnerInnen des Kanton SZ für den Primärenergieverbrauch sowie den Verbrauch an grauer Energie im Jahr 2008»



econcept

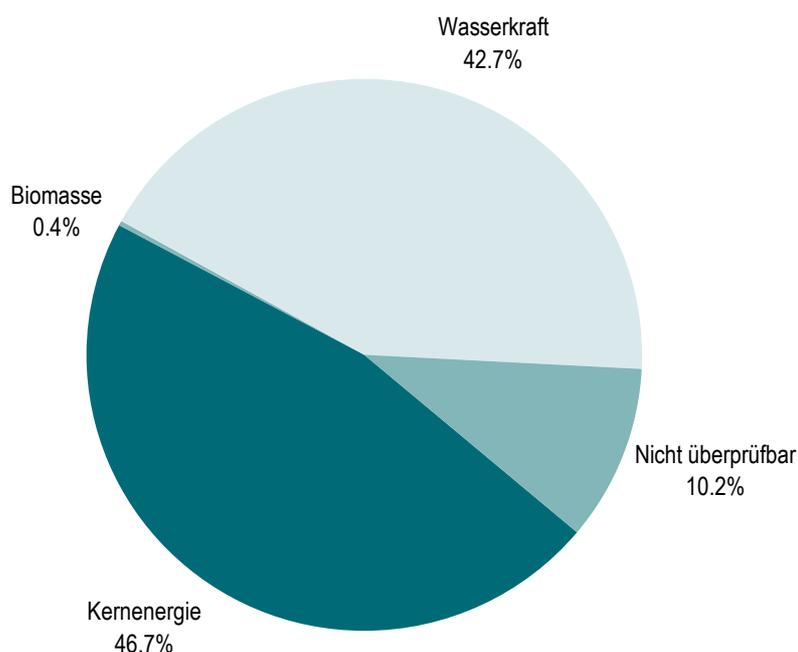
Figur 8: Leistungsbedarf und energiebedingte CO₂-eq Emissionen der EinwohnerInnen des Kantons Schwyz im Jahr 2008. EE = erneuerbare Energien (Holz, Biogas, Solarthermie und Umweltwärme). Quellen: vgl. nachfolgende Abschnitte

Der Primärenergie-Leistungsbedarf im Kanton SZ sowie die CO₂-eq-Emissionen liegen mit 5'195 Watt und rund 6'725 kg CO₂-eq pro Kopf und Jahr unter dem schweizerischen Durchschnitt von ca. 6'160 Watt und 8.4 Tonnen pro Kopf im Jahr 2008. Wie oben beschrieben, kann der Unterschied zwischen den schweizerischen und den kantonalen Werten zum Teil mit so genannten «Bilanzlücken» und der unterschiedlichen Wirtschaftsstrukturen erklärt werden. Es wird davon ausgegangen, dass die in der Schwyzer Bilanz nicht erfassten Energieverbräuche für den Schienenfern- und Güterverkehr sowie den Tanktourismus für schätzungsweise weitere 300 Watt/Kopf verantwortlich sind (Energistadt 2010). Aufgrund der unterschiedlichen Wirtschaftsstruktur verbrauchen

EinwohnerInnen des Kantons schätzungsweise 450 Watt/Kopf weniger als der schweizerische Durchschnitt.

Der hohe Anteil der Elektrizität am Primärenergieverbrauch kann damit erklärt werden, dass diese zu über 50 % aus Kernkraftwerken stammt. Dieser Strom weist einen hohen Primärenergiefaktor auf. Nachfolgende Figur 9 zeigt die Herkunft der im Kanton SZ konsumierten Elektrizität gemäss der Herkunftsdeklaration der im Kanton tätigen EVU.

«Herkunftsdeklaration der Elektrizität im Kanton Schwyz im Jahr 2008»



econcept

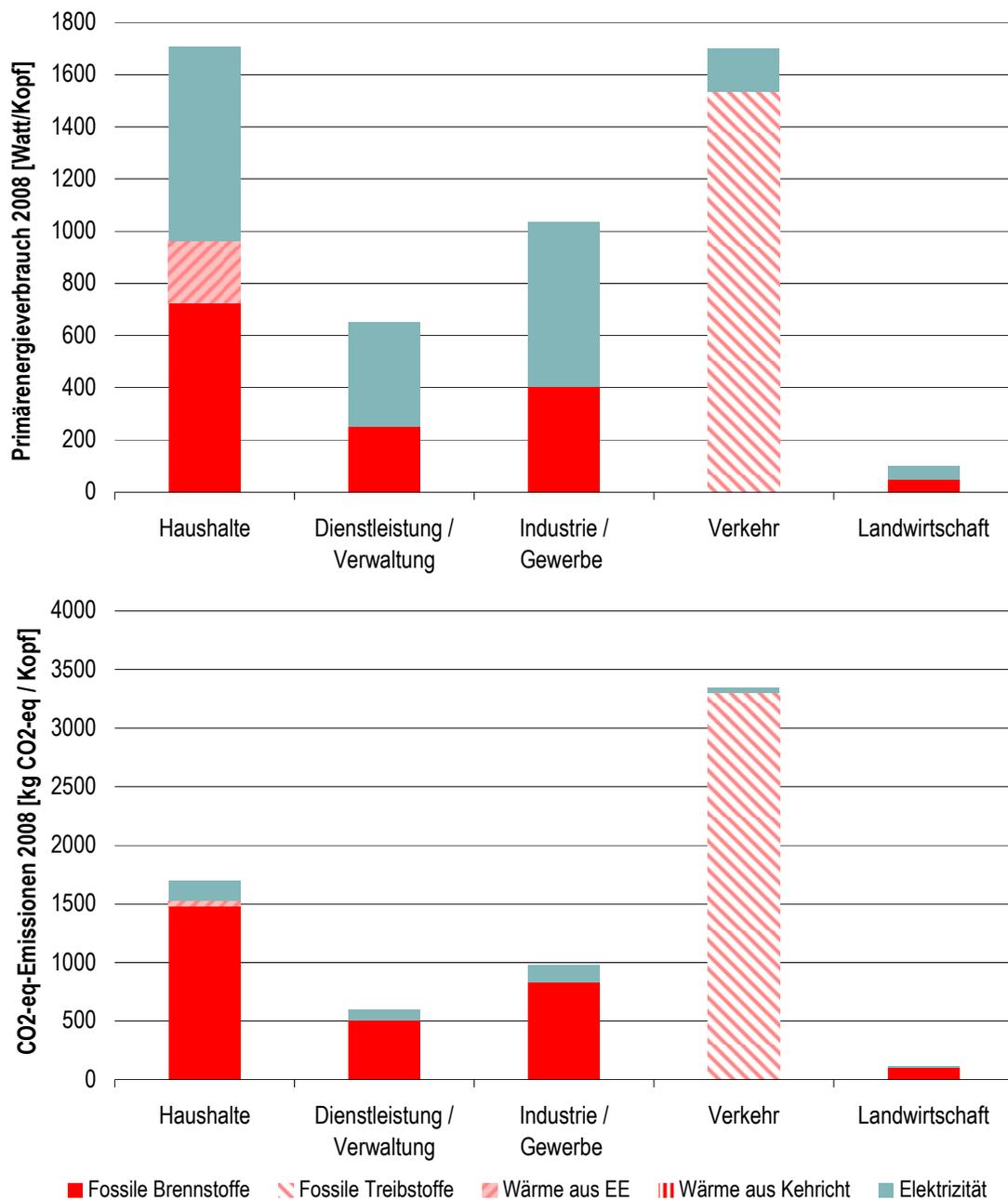
Figur 9: Herkunft der abgesetzten Elektrizität auf dem Gebiet des Kantons Schwyz im Jahr 2008
(Quelle: Herkunftsdeklarationen der verschiedenen EVU)

Der Anteil von Strom mit «nicht überprüfbarer» Herkunft ist relativ gross. «Nicht überprüfbar» bedeutet, dass aus buchhalterischen Gründen die Herkunft dieses Stromes nicht mehr nachvollziehbar ist. Gemäss BFE kann angenommen werden, dass grosse Mengen von Schweizer Wasserkraftstrom ins Ausland verkauft und im Gegenzug auf internationalen Strombörsen wiederum Strom eingekauft wird. Deshalb wird der als «nicht überprüfbar» deklarierte Strom gemäss dem UCTE-Mix⁸ 2008 auf die Energieträger aufgeteilt. So gesehen steigt der Anteil nuklearer Energie auf fast 53 % und derjenige der Wasserkraft verbleibt bei ca. 42 %. Die grösste Veränderung gibt es aber auf Seite der fossilen Energieträger, diese machen nun rund 4.7 % des gesamten Elektrizitätskonsums aus.

⁸ Union for the Coordination of Transmission of Electricity (deutsch: Union für die Koordination des Transports von Elektrizität). UCTE-Mix: Europäischer Strommix aus Wasserkraft, fossilen Brennstoffen und nuklearer Energie.

Die Analyse des Energieverbrauchs und der energiebedingten CO₂-Emissionen der **Verbrauchergruppen** «Haushalte», «Dienstleistung/Verwaltung», «Industrie/Gewerbe», «Verkehr» und «Landwirtschaft» erlauben Rückschlüsse auf die grössten PrimärenergieverbraucherInnen und CO₂-Emittenten (vgl. Figur 10). Dies ist vor allem für die Massnahmenentwicklung von Relevanz. Die Aufteilung auf die Verbrauchergruppen wurde ausgehend von den Werten der schweizerischen Gesamtenergiestatistik und der Treibhausgasstatistik des Jahres 2008 bestimmt, indem die Schweizer EinwohnerInnen und die Anzahl Beschäftigte (Voll- und Teilzeit) in den drei Sektoren mit den Werten des Kantons Schwyz verglichen wurde.

«Pro-Kopf Primärenergieverbrauch (obere Figur) und energiebedingte CO₂-Emissionen (untere Figur) nach Verbrauchergruppen im Kanton SZ im Jahr 2008»



econcept

Figur 10: Primärenergieverbrauch (obere Figur) und energiebedingte CO₂-eq Emissionen (untere Figur) nach Verbrauchergruppen im Kanton SZ im Jahr 2008 (ohne graue Energie). EE = erneuerbare Energien (Holz, Biogas, Solarthermie und Umweltwärme). Quellen: vgl. nachfolgende Abschnitte

Die aktuelle Verteilung des CO₂-eq-Ausstosses deutet darauf hin, wo mit den Reduktionsmassnahmen angesetzt werden muss: In erster Linie beim Verkehr und in zweiter Linie bei den Haushalten. Wenn auch *nicht-energiebedingte* CO₂-Emissionen berücksichtigt würden, würde die Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft mit zusätzlichen ca. 1'200 kg CO₂-eq pro Kopf einen deutlich grösseren Anteil an den Gesamtemissionen über-

nehmen (rund 17%) und über denjenigen von Industrie/Gewerbe plus Dienstleistungen/Verwaltung liegen.

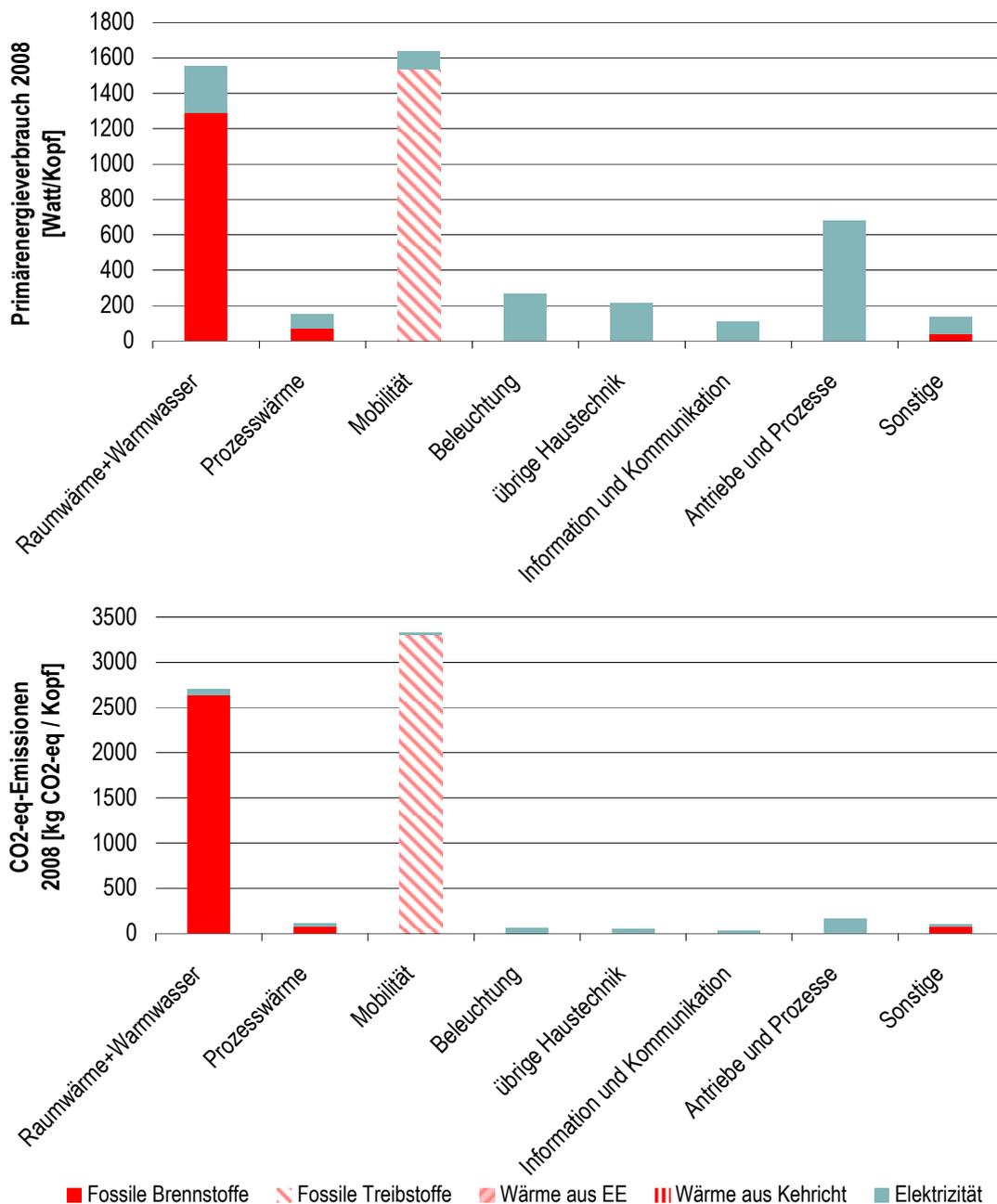
Die folgende Tabelle 3 fasst den gesamten Primärenergieverbrauch und die *energiebedingten* CO_{2-eq}-Emissionen nach Verbrauchergruppen zusammen.

VerbraucherInnen	Primärenergieverbrauch 2008			Energiebedingte CO ₂ -Emissionen 2008		
	[GWh/Jahr]	[Watt/Kopf]	[%]	[t CO _{2-eq} /Jahr]	[kg CO _{2-eq} /Kopf]	[%]
Haushalte	2'147	1'708	32.9%	243'340	1'695	25.2%
Dienstleistung / Verwaltung	817	650	12.5%	86'790	600	8.9%
Industrie / Gewerbe	1'305	1'037	20.0%	139'910	975	14.5%
Verkehr	2'141	1'701	32.8%	479'810	3'345	49.7%
Landwirtschaft	125	99	1.9%	15'780	110	1.6%
TOTAL	6'525	5'195	100%	965'630	6'725	100%

Tabelle 3: Zusammenfassung des Primärenergieverbrauchs und der *energiebedingten* CO_{2-eq}-Emissionen nach Verbrauchergruppen (ohne graue Energie)

Um abschätzen zu können, wo konkret angesetzt werden kann, um den Energieverbrauch zu senken und fossile Energieträger zu substituieren, wird hier auch eine Aufteilung des Primärenergieverbrauchs auf die wichtigsten **Verwendungszwecke** vorgenommen. In Anlehnung an den Bericht «Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000-2006 nach Verwendungszwecken» (BFE 2008) werden die in Figur 11 aufgeführten Energienutzungen unterschieden. Für die Aufteilung haben wir und in erster Linie auf die Angaben der Verwendungszwecke der Studie des BFE (2008) abgestützt und haben diese aufgrund der Arbeitsplätze in den einzelnen Wirtschaftssektoren korrigiert. Die folgende Figur zeigt den Primärenergieverbrauch (obere Figur) und den energiebedingten CO_{2-eq} Ausstoss (untere Figur) nach Verwendungszweck und Energieträger.

«Pro-Kopf Primärenergieverbrauch und energiebedingte CO₂-eq Emissionen nach Verwendungszwecken im Kanton SZ im Jahr 2008»



econcept

Figur 11: Primärenergieverbrauch (obere Figur) und energiebedingte CO₂-eq-Emissionen (untere Figur) Kanton SZ im Jahr 2008 nach Verwendungszwecken. EE = erneuerbare Energien (Holz, Biogas, Solarthermie und Umweltwärme). Quellen: ewl, BFE 2008, eigene Berechnungen

Aus dieser Darstellung ist ersichtlich, dass Raumwärme und Warmwasser sowie Mobilität für unsere Betrachtungen mit Abstand die bedeutendsten Energienutzungen sind. Auf die Mobilität wird jedoch gemäss Auftrag nicht weiter eingegangen. Die Elektrizität ist vor allem aus der Primärenergieoptik relevant, weil ein hoher Anteil aus Kernkraftwerken

stammt. Diese Elektrizität weist einen sehr hohen Primärenergieanteil und relativ geringe CO_{2-eq} Emissionen aus. Nachfolgend werden der Energieverbrauch und die CO_{2-eq} Emissionen der einzelnen Energieträger im Detail erläutert.

3.2.2 Fossile Energieträger

Die Datenquellen zur Bestimmung des aktuellen Verbrauchs fossiler Energieträger im Kanton Schwyz sind unterschiedlicher Qualität. Teilweise wird der Verbrauch direkt erfasst (Erdgas, Elektrizität) und teilweise muss der Verbrauch aus vorhandenen Daten, Modellen und Annahmen berechnet werden (Heizöl und Treibstoffe). Nachfolgend werden zuerst die Resultate in einer Übersicht präsentiert und dann im Anschluss je Energieträger besprochen.

Zusammenfassende Übersicht und Trends

Nachfolgende Tabelle fasst den Verbrauch fossiler Energieträger sowie die damit verbundenen Treibhausgasemissionen für das Jahr 2008 zusammen. Die Bilanz des Energieverbrauches im Jahr 2008 zeigt, dass der Energieträger Erdgas gegenüber dem Heizöl immer noch eine viel geringere Rolle spielt. Der Anteil fossile Stromproduktion ist gering und kann, verglichen mit den anderen Posten, vernachlässigt werden.

Verbrauch im Jahr 2008 (gerundet)	Endenergieverbrauch [GWh/Jahr]	Primärenergieverbrauch [GWh/Jahr]	CO _{2-eq} -Emissionen [t CO _{2-eq} / Jahr]	Watt / Kopf [W / Kopf*Jahr]	CO _{2-eq} -Emissionen / Kopf [kg CO _{2-eq} / Kopf*a]
Heizöl	1'245	1'540	367'005	1'225	2.556
Erdgas	215	250	52'355	200	0.365
Treibstoffe (inkl. Kerosin)	1'550	1'930	474'290	1'535	3.303
Fossile Bestandteile Strom	45	320	54'230	255	0.378
TOTAL	3'055	4'045	947'880	3'215	6.601

Tabelle 4: Aktueller Verbrauch (2008) und CO_{2-eq}-Emissionen von fossilen Energieträgern auf dem Gebiet des Kantons SZ. Quellen: eigene Berechnung anhand des Verzeichnisses aller Feuerungen der Feuerungskontrolle

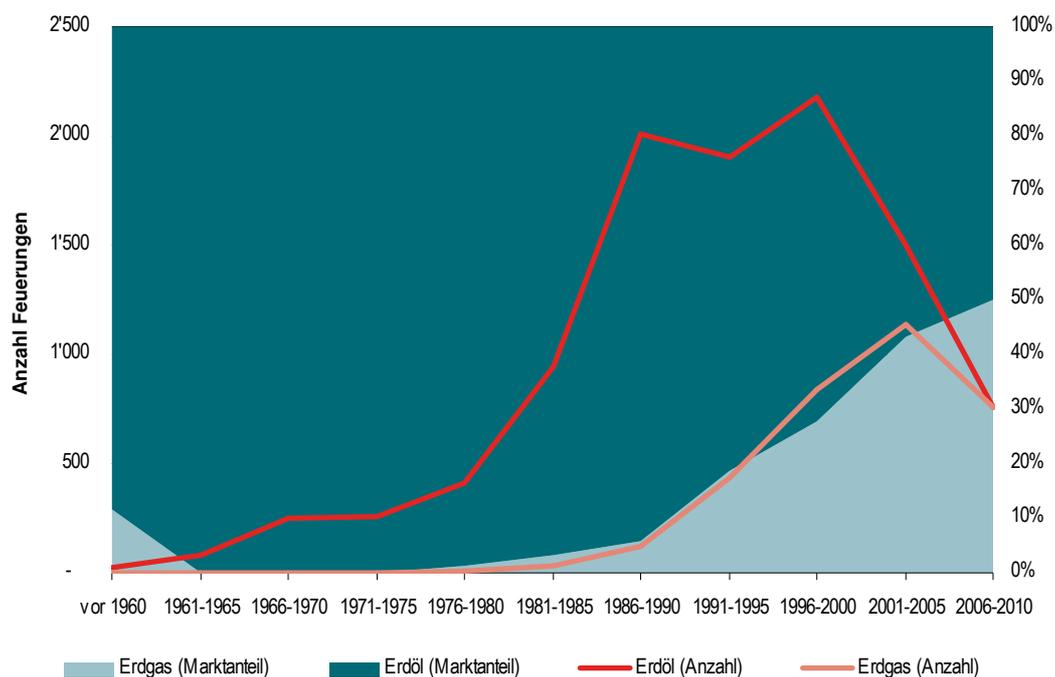
Verglichen mit gesamtschweizerischen Werten weisen EinwohnerInnen des Kantons Schwyz einen um 27 %-Punkte höheren Heizölverbrauch, dafür aber einen um ca. 60 %-Punkte tieferen Erdgasverbrauch auf. Der Verbrauch von fossilen Brennstoffen insgesamt liegt 6 %-Punkte unter dem schweizerischen Durchschnitt.

Bei der Interpretation der Daten sind die gesamtschweizerischen Entwicklungstrends welche mit grosser Wahrscheinlichkeit ihre Gültigkeit auch für den Kanton SZ haben, zu beachten: weg vom Heizöl hin zum Erdgas und anderen Wärmeversorgungen, wie z. B. Wärmepumpen. Wir gehen davon aus, dass sich der Trend weg vom Heizöl noch verstärken wird, d. h., dass in Zukunft nur noch in wenigen Fällen neue Ölheizungen eingebaut werden. Analog zum gesamtschweizerischen Trend ist beim Gasabsatz zu erwarten, dass die in den letzten Jahren zu beobachtende Steigerung der Nachfrage abflacht. Ei-

nerseits wird bei Neubauten vermehrt die Option Wärmepumpe gewählt, andererseits stagniert die Anzahl zu ersetzender Kessel. Eine Analyse der Altersverteilung der im Jahr 2009 von der Feuerungskontrolle erfassten Feuerungen auf dem Gebiet des Kantons SZ bestätigt die Befunde (vgl. Figur 12). In den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts wurden praktisch keine Gaskessel installiert – alle setzten auf Heizöl. In den folgenden 20 Jahren war in etwa jeder 10. bis 20. fossile Brenner mit Erdgas betrieben. Nach dem Beginn des 21. Jahrhunderts brach zuerst der Verkauf von neuen Heizölbrennern markant ein, ein paar Jahre später folgten – wenn auch etwas weniger ausgeprägt – die Erdgasbrenner.

Neben dem Fakt, dass insgesamt deutlich weniger Ölkessel installiert werden, kann davon ausgegangen werden, dass ein Ersatz älterer Kessel durch neuere i. d. R. mit einer Reduktion der installierten Leistung einhergeht. Gemäss Informationen von «Energie Wasser Luzern» aus dem Jahr 2009 kann beim Ersatz von alten Gaskesseln die Leistung durchschnittlich um etwa ein Drittel gesenkt werden. Ein Blick auf die Anzahl installierter Feuerungen zeigt, dass im Jahr 2008 ähnlich viele Gaskessel wie Ölkessel installiert wurden.

«Relativer und absoluter Vergleich nach Anzahl und Alter der neu installierten Öl- und Gasheizungen im Kanton SZ»



econcept

Figur 12: Auswertung von Alter und Leistung der installierten Öl- und Gasheizungen im Kanton SZ. Quelle: Feuerungskontrollen

Brennstoffe: Heizöl extraleicht und Erdgas

Der Verbrauch von Heizöl extraleicht wird anhand des Verzeichnisses der Ölfeuerungen im Kanton SZ abgeschätzt. Da nicht alle Feuerungsdaten zur Verfügung gestellt werden

konnten, wird von den vorhandenen Daten, die etwas mehr als 30 % der Bevölkerung abdecken, auf den ganzen Kanton hochgerechnet. Zudem wird davon ausgegangen, dass der Verbrauch von Heizöl mittel und schwer zu vernachlässigen ist.

- Für Feuerungen mit einer *Leistung unter 350 kW*⁹ wird anhand der Leistungsangabe und einer geschätzten Anzahl Volllaststunden (2000 h) der Brennstoffverbrauch berechnet. Die den Berechnungen zugrunde gelegten *2000 Volllaststunden* entsprechen einem Mittelwert aus ein- und zweistufigen Feuerungen für Heizung und Warmwasser und berücksichtigen auch eine tendenzielle Überdimensionierung älterer Feuerungen. Zum Vergleich: eine gut dimensionierte Feuerung für Heizung und Warmwasser weist gemäss Bauverordnung des Kantons Zürich zwischen 2400 und 3125 Vollbetriebsstunden auf (Kessel ohne Brauchwassererwärmung liegen im Bereich von 1925 bis 2400 Stunden). Wegen der unvollständigen Datenlage wurde darauf verzichtet, bei älteren Feuerungen Überdimensionierungen zu berücksichtigen, da dadurch eine zu grosse Genauigkeit suggeriert würde.
- Für alle Feuerungen mit einer *Leistung grösser 350 kW* werden die Angaben des Kantons zum exakten Verbrauch von Heizöl extraleicht verwendet.

Für den Erdgasverbrauch werden die Daten zum Erdgasabsatz der vier im Kanton SZ tätigen Gasversorger (Erdgas Innerschwyz, EW Höfe, Erdgas Einsiedeln, Erdgas Obersee) verwendet.

Treibstoffverbrauch

Der Treibstoffverbrauch (Benzin, Diesel und Kerosin) wird hier als Vergleichsgrösse ausgewiesen und anhand von Schweizer Pro-Kopf Durchschnittswerten für den Kanton SZ berechnet. Somit ist die Berechnung weder exakt noch entspricht sie dem Territorialprinzip. Der Flugverkehr alleine ist für ca. 24 % des gesamten Treibstoffverbrauchs verantwortlich (Tendenz steigend).

Strom aus fossilen Primärenergiequellen

Die Anteile fossiler Stromproduktion werden anhand der Angaben der verschiedenen im Kanton SZ tätigen EVU zur Herkunft des verbrauchten Stroms bestimmt (vgl. Figur 9, S. 11). Demnach können keine Strombezüge direkt fossilen Quellen zugewiesen werden. Jedoch ist der Anteil von Strom aus nicht überprüfter Herkunft (8.9%) relativ hoch. Für diesen Anteil wird angenommen, dass der UCTE-Mix verwendet wird. Dieser stammt zu etwas mehr als der Hälfte aus fossil-thermischen Anlagen. Somit ergibt sich ein Anteil fossilen Stroms von rund 4.7%.

3.2.3 Kernbrennstoffe

Der Verbrauch von Kernbrennstoffen kann anhand der Angaben der Energieversorger zur Herkunft des im Kanton SZ verbrauchten Stroms bestimmt werden (vgl. Figur 9,

⁹ Entspricht einer Heizung einer Mehrfamilienhaussiedlung mit 40-50 Wohnungen

S. 11). Bei der Analyse des Verbrauchs von Kernbrennstoffen (vgl. nachfolgende Tabelle) fällt auf, dass der Primärenergieverbrauch viermal höher ist als der Endenergieverbrauch.

Verbrauch im Jahr 2008	Endenergieverbrauch [GWh/Jahr]	Primärenergieverbrauch [GWh/Jahr]	CO ₂ -eq-Emissionen [t CO ₂ -eq / Jahr]	Watt / Kopf [W / Kopf*Jahr]	CO ₂ -eq-Emissionen / Kopf [t CO ₂ -eq / Kopf*a]
Kernbrennstoffe	418	1'705	7'522	1'355	0.052

Tabelle 5: Aktueller Verbrauch und CO₂-eq-Emissionen von Elektrizität aus Kernbrennstoffen im Kanton SZ. Quellen: Absatz und Herkunftsdeklaration der EVU im Kanton SZ

3.2.4 Erneuerbare Energieträger

Bei der Erfassung des Verbrauchs von erneuerbaren Energien wird zwischen der Strom- und Wärmeproduktion unterschieden.

Verbrauch an Elektrizität aus erneuerbaren Energien und aus Kehricht

Der Endenergieverbrauch auf dem Gebiet des Kantons SZ und die jeweiligen Stromanteile von Wasserkraft, Windkraft, Photovoltaik, Biomasse und Kehrichtentsorgung werden anhand der Angaben der im Kanton SZ tätigen Energieversorger zur Herkunft des verbrauchten Stromes bestimmt.

Verbrauch im Jahr 2008 (gerundet)	Endenergieverbrauch [GWh/Jahr]	Primärenergieverbrauch [GWh/Jahr]	CO ₂ -eq-Emissionen [t CO ₂ -eq / Jahr]	Watt / Kopf [W / Kopf*Jahr]	CO ₂ -eq-Emissionen / Kopf [t CO ₂ -eq / Kopf*a]
Elektrizität					
Wasserkraft	383	467	4'131	371	0.0288
Windkraft	0.08	0.08	2.10	0.08	0.0000
Photovoltaik	0.31	0.50	27.30	0.40	0.0002
Biomasse (ohne Holz)	3.25	12.33	396.90	9.79	0.0028
Kehrichtverbrennung	0	0.00	0	0.00	0
TOTAL	386	480	4'558	381	0.0317

Tabelle 6: Aktueller Verbrauch und CO₂-eq-Emissionen von Elektrizität aus erneuerbaren Energien im Kanton SZ. Quellen: Absatz und Herkunftsdeklaration diverser EVU im Kanton und Angaben zur Zusammensetzung des UCTE-Stroms

Die Wasserkraft ist mit Abstand die wichtigste Quelle erneuerbarer Elektrizität. An zweiter Stelle folgt mit deutlich kleinerem Anteil die Biomasse (rund 0.4% des Elektrizitätsverbrauchs). Insgesamt fällt der Anteil der neuen erneuerbaren Energieträger sehr gering aus und machte im Jahr 2008 ca. 1 % des gesamten Elektrizitätsabsatzes aus.

Elektrizitätsproduktion aus erneuerbaren Energien und aus Kehrlicht

Im Folgenden wird die Produktion von erneuerbarem Strom auf dem Kantonsgebiet im Jahr 2008 aufgezeigt. Diese muss nicht mit dem in der Tabelle 6 aufgezeigten Verbrauch übereinstimmen, da der Strommarkt weit über die Kantonsgrenzen hinausgeht.

Insgesamt liegt die Produktion von Strom aus **Wasserkraft** im Kanton SZ gemäss Amt für Wasserbau und eigenen Abschätzungen bei rund 468 GWh pro Jahr (Endenergie). Somit wird mehr produziert als auf dem Kantonsgebiet abgesetzt wird. Nachfolgend werden die wichtigsten Nutzungen aufgeführt (alle Angaben gemäss A. Rey, Leiter des Amtes für Wasserbau):

- Die Wasserkraft wird im Kanton bereits umfassend in **Grosswasserkraftwerken** (Leistung >300 kW) genutzt. So befindet sich beispielsweise der flächenmässig grösste Stausee der Schweiz – der Sihlsee – auf Kantonsgebiet. Die dazugehörige Zentrale in Altendorf produziert rund 120 GWh/a Wasserstrom für Bahnenergie (nur Hoheitsanteil Kanton SZ ausgewiesen). Das Etzelwerk ist zu 100 % eine Tochter des SBB AG. Es deckt die Verbrauchsspitzen der Bahnhöfe in Zürich (Taktfahrplan). Weitere grosse Stromproduzenten sind die zur Kraftwerkskette Muota gehörenden Zentralen Wernisberg, Hinterthal, Seeberg und Sahli (insgesamt rund 220 GWh/a) und die Zentralen Rempen bzw. Siebnen der Kraftwerkskette Wägitaleraa mit einer Jahresproduktion von je ca. 60 GWh/a.
- Die Wasserkraft wird auch in diversen **Kleinwasserkraftwerken** (Leistung <300 kW) genutzt¹⁰. Die genaue Energieproduktion der Kleinwasserkraftwerke ist nicht bekannt. Sie wird hier auf rund 8 GWh/a geschätzt (das entspricht etwa der Produktion von 10 Kleinkraftwerken mit einer Leistung von 100 kW und einer Laufzeit von 8000 h/a)¹¹.
- Vereinzelt werden auch **Trinkwasserkraftwerke** zur Stromerzeugung genutzt. Dabei nutzen Trinkwasserkraftwerke den überschüssigen Druck in Wasserversorgungen, die aus Quellen in erhöhten Lagen gespeist werden. Die Produktion der uns bekannten Anlagen beläuft sich auf rund 0.332 GWh/a¹².

Die **Photovoltaik (PV)** wird im Kanton in verschiedensten Anlagen genutzt. Gemäss einer Zusammenstellung von Anlagen durch die Energiefachstelle im November 2010 werden mit bestehenden Anlagen jährlich schätzungsweise 0.53 GWh Strom produziert. Dies entspricht etwa dem Stromverbrauch von 132 Haushalten (Basis: 4000 kWh pro Haushalt) und liegt knapp 40% unter dem schweizerischen Pro-Kopf-Durchschnitt des Jahres 2009. Bei den verwendeten Angaben handelt es sich um keine vollständige Liste, ebenso konnten die Angaben nur grob auf die Plausibilität überprüft werden. Die Fläche der Photovol-

¹⁰ Standorte: Hesingen Muotathal, Ecce Homo Sattel, Gersau Spinnerei Camnezind, Einsiedeln Grotzenmühleketz und Schöngarn (Konzession vorhanden, jedoch bis heute nicht realisiert), Neumühli Schindeleggi, Wollerau Fürti und Dorf, Weingartenweiher KW Bäch und Galgenen

¹¹ Im Energiekonzept Innerschwyz weist das ebs alleine für die Region Innerschwyz eine Produktion in Kleinwasserkraftwerken von rund 5 GWh/a aus (ebs 2007).

¹² Folgende Anlagen wurden berücksichtigt: Küssnacht am Rigi mit Gesamtleistung von 67 kW (zwei Turbinen) und einer Produktion von jährlich 250 MWh Strom (BEW (1997), Altendorf mit einer Leistung von 4 kW und einer Produktion von 20'000 kWh sowie ein Trinkwasserkraftwerk auf dem Gebiet des ebs mit einer Produktion von 62'406 kWh/a.

taikanlagen kann ohne Kenntnis der verwendeten Module und deren Wirkungsgrad nicht berechnet werden. Bei einem Durchschnittsertrag von 110 kWh/m² (polykristalline Solarmodule mit einem Wirkungsgrad von ca. 10-11%) wären im Kanton SZ rund 4800 m² PV-Module installiert.

Die **Windkraft** wird auf dem Kantonsgebiet nicht genutzt.

Biomasse (ohne Holz) wird auf dem Kantonsgebiet zur Produktion von Strom und Wärme genutzt. Dabei können folgende Anlagen unterschieden werden:

- Nach Angaben des Amtes für Umweltschutz zur Nutzung **landwirtschaftlicher Abfallbiomasse und Co-Substrate** aus biogenen Abfällen werden im Kanton SZ in drei landwirtschaftlichen Co-Vergärungsanlagen rund 13'900 t Gülle und 4'650 t biogener Abfall verwertet. Damit konnten netto rund 2.06 GWh Strom erzeugt werden. Die Vergärung von landwirtschaftlicher Biomasse ist aus energetischen und wirtschaftlichen Gründen auf die Nutzung von Co-Substraten angewiesen.
- Die Vergärung von **Grüngut** zur Gewinnung von Biogas birgt eine weitere Möglichkeit der Stromproduktion (auch in Kombination mit der landwirtschaftlichen Biomasse). Im Kanton SZ wurden 2009 gemäss Amt für Umweltschutz etwas mehr als 12'770 t Grüngut gesammelt, davon konnten 305 t (0.027 GWh Strom) im Kanton und 3'032 t ausserhalb des Kantons vergärt werden. Weitere 7'751 t Grüngut wurden kompostiert (keine Energiegewinnung). Gemäss ebs 2007 fielen im Kanton im Jahr 2005 zudem rund 6'500 t Rüst- und Speiseabfälle aus Industrie und Gewerbe an. Ein kleiner Teil davon wird energetisch verwertet und führt zu einer Elektrizitätsproduktion von 0.021 GWh (ebs 2007).
- Die Vergärung von **Klärschlamm** zur Produktion von Klärgas und dessen Nutzung in einem BHKW ist eine weitere Möglichkeit zur Stromproduktion aus Biomasse. Gemäss Amt für Umweltschutz sind aktuell rund 7 ARA mit einem Blockheizkraftwerk ausgerüstet und können somit Strom und Wärme produzieren. Gemäss ebs (2007) werden damit rund 0.54 GWh Strom produziert.

Für die Nutzung der **tiefen Geothermie** (ab ca. 2000 m) stehen je nach geologischen Voraussetzungen zwei verschiedene Möglichkeiten offen. In Bereich von 2'000 m bis 3'000 Meter können wasserführende Schichten bestehen. Das vorhandene Wasser verfügt über eine Temperatur von mehr als 50°C und könnte direkt für Heizung und Warmwassererzeugung eingesetzt werden (Beispiel: Pilotanlage Triemli in Zürich). In tieferen Schichten kommt das sogenannte Hot Dry Rock-Verfahren zur Anwendung. Dabei wird das Gestein – je nach geologischen Voraussetzungen - in einer Tiefe von ca. 5'000 m geklüftet und Wasser eingepresst. Der dabei entstehende Dampf kann zur gekoppelten Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung genutzt werden (Beispiel Pilotanlage in Basel). Aktuell wird die tiefe Geothermie im Kanton Schwyz nicht genutzt.

Wärme aus erneuerbaren Energieträgern, Abwärme und Umweltwärme

Die heute genutzte Wärme aus erneuerbaren Energieträgern, Abwärme und Umweltwärme wird aufgrund der verfügbaren Daten des Kantons und bekannten Erfahrungswerten berechnet. Die folgende Tabelle fasst die Ergebnisse der Berechnung zusammen:

Verbrauch im Jahr 2008 (gerundet)	Endenergieverbrauch	Primärenergieverbrauch	CO ₂ -eq-Emissionen	Watt / Kopf	CO ₂ -eq-Emissionen / Kopf
Wärme	[GWh/a]	[GWh/a]	[t CO ₂ -eq / a]	[W / Kopf*a]	[t CO ₂ -eq / Kopf*a]
Holz	200	225	2'470	175	0.0172
Biomasse (ohne Holz)	0.01	0.01	1.55	0.00	0.0000
Sonnenkollektoren ¹³	7.46	10.00	215	7.9	0.0015
Umweltwärme	44.0	69.6	3'003	55	0.0209
Geothermie	0	0	0	0	0
Abwärme (KVA/ARA/Ind.)	0	0	0	0	0
TOTAL	252	302	5'689	238	0.0396

Tabelle 7: Aktueller Verbrauch und CO₂-eq-Emissionen von erneuerbaren Energien für die Produktion von Wärme Kanton SZ

Die Nutzung von Holz zur Heizungszwecken ist mit Abstand die wichtigste Quelle erneuerbarer Wärme, gefolgt von der Nutzung der Umweltwärme und der Solarthermie.

Der Verbrauch von **Holz** wird auf der Basis des Feuerungskatasters berechnet. Für Holzfeuerungen mit einer Leistung über 70 kW sind Verbrauchsdaten vorhanden: In den erfassten 134 grösseren Holzfeuerungen wurden 2008 insgesamt rund 24'600 t Holz verbrannt. Davon wurden rund 9'800 t durch Restholz und rund 3'800 t durch Altholz gedeckt. Die restlichen 11'000 t stammen aus dem Wald (entspricht ca. 16'900 m³). Die gesamthaft in Grossfeuerungen produzierte Energiemenge beträgt 93 GWh/a. Der Verbrauch kleinerer Feuerungen wird anhand des Feuerungskatasters und Erfahrungswerten aus anderen Projekten berechnet¹⁴. Nach dieser Art der Berechnung wird in Kleinfeuerungen eine Energiemenge von rund 107 GWh/a erzeugt, was bei einem Energieinhalt von 2.5 MWh/m³ (Mischung aus Tanne/Fichte und Buche bei einem Laubholzanteil von 60%) einer Holzmenge von ca. 42'800 m³ entspricht. Insgesamt beläuft sich somit die mit Holz produzierte Energiemenge auf rund 200 GWh/a und liegt damit gemessen am Pro-Kopf-Verbrauch etwa 11 % über dem schweizerischen Durchschnitt.

Gemäss Amt für Wald und Naturgefahren (Bernhard Roth) kann sich der Kanton Schwyz bis auf den Import von Restholz ungefähr selbst mit Energieholz versorgen. Die durchschnittliche Energieholznutzung aus dem Wald betrug in den Jahren 2004-2009 rund 30'600 m³ (Schweizerische Forststatistik). Gemäss Amt für Wald und Naturgefahren wird

¹³ Mit Schweizerischen Durchschnittswerten berechnet.

¹⁴ Für die Erfassung des Verbrauchs kleinerer Feuerungen (<70kW) wird wie folgt vorgegangen: Die Anzahl wird erfasst (5'700) und geschätzt, dass die durchschnittliche Leistung solcher Feuerungen bei 20 kW liegt (Erfahrungswert aus Luzern-Littau). Gemäss einer Auswertung des Kantons Appenzell Ausserrhoden kann bei Leistungen kleiner 70kW von einer durchschnittlichen jährlichen Nutzungsdauer von ca. 800 Stunden ausgegangen werden. Zusätzlich wird davon ausgegangen, dass der so ermittelte Holzverbrauch kleinerer Feuerungen ca. 15% zu tief liegt, da die nicht regelmässig benutzten Holzfeuerungen im Kataster nicht zuverlässig erfasst werden.

damit aber nicht die gesamte Energieholzmenge erfasst, da nur die Derbholzmasse erfasst wird. Ein wichtiger Teil des Schnitzelholzes für Gross- und Kleinf Feuerungen wird aber aus Ästen, Stämmen mit einem Tarif kleiner 16cm und anderem Kleinmaterial gewonnen, welches in der Forststatistik nicht erfasst wird. Ebenso wird ein Teil des privat genutzten Energieholzes nicht erfasst. Diese nicht erfassten Nutzungen ergeben eine zusätzliche Energieholzmenge von schätzungsweise 12'000 m³/a (ca. 10% des gesamten jährlichen Holznutzung von durchschnittlich 118'800 m³). Zusätzlich werden auch Obstbäume, Obstbaum-/Heckenschnitt, Gartenholzabfälle, Feldgehölze in Holzfeuerungen verbrannt. Weitere nicht erfasste Energieholzquellen bestehen aus Rund- und Industrieholz, das trotz seiner Erfassung als solches in Energieholzanlagen verbrannt wird (der umgekehrte Fall ist selten zu beobachten).

Der Verbrauch von organischer **Biomasse** ohne Holz zur Produktion von Biogas und dessen Nutzung in BHKW kann wie beim Strom in drei Fraktionen unterteilt werden:

- In der Co-Vergärung **landwirtschaftlicher Biomasse** wurden insgesamt 4'650 t biogener Abfall und 13'901 t Gülle verwertet (Amt für Umweltschutz). Damit konnten netto rund 1 GWh Wärme erzeugt werden (ein Grossteil der Wärme wird intern genutzt und deswegen hier nicht gezählt).
- Die Verwertung von **Grüngut** auf dem Kantonsgebiet (rund 305 t werden vergärt) führt zu einer netto Wärmeproduktion (die Wärme, die nicht im Betrieb selbst gebraucht wird) von ca. 0.011 GWh/a.
- Die Verbrennung von Klärgas aus der **Klärschlammvergärung** führt zu keiner ausserhalb der Anlagen nutzbaren Abwärme. Gemäss der Umweltschutzabteilung verfügen im Kanton SZ sieben von 13 Abwasserreinigungsanlagen (ARA) über ein Blockheizkraftwerk (BHKW) zur Nutzung des Klärgases. Im Jahr 2009 wurden 1.35 Millionen m³ Faulgas gefasst, was einer Energiemenge von rund 8.6 GWh entspricht. Die gesamte Gasmenge wird in den BHKW oder in der direkten Verbrennung verwertet. Da diese Energiemenge ausschliesslich für den Eigenverbrauch bestimmt ist, wird sie nachfolgend nicht ausgewiesen.

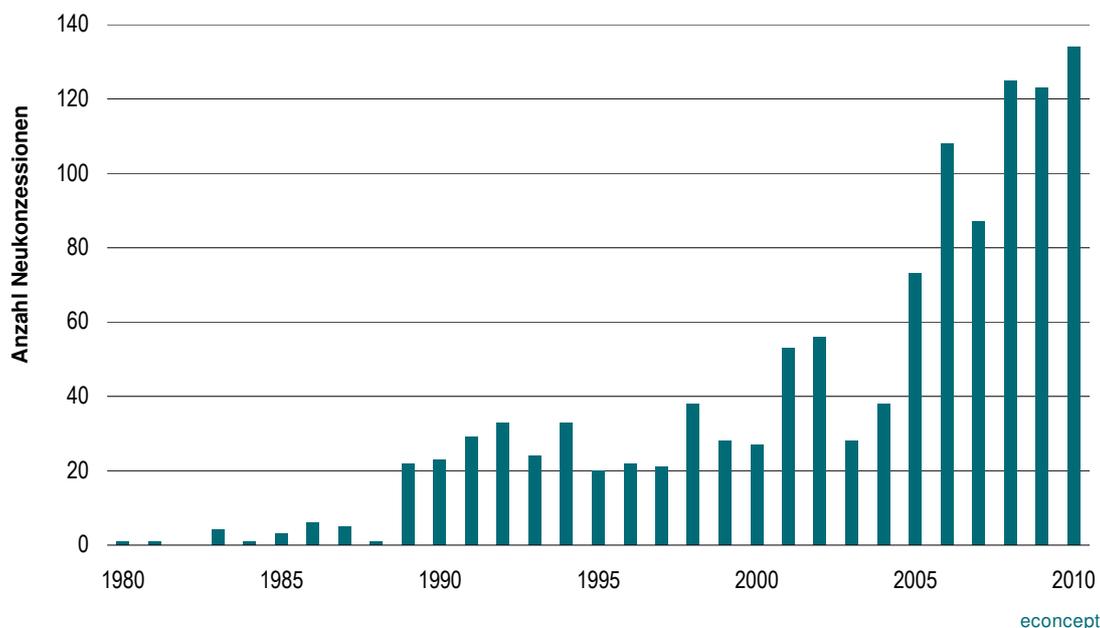
Die Nutzung der **Solarthermie** wird im Kanton nicht zentral erfasst. Seit dem 1. April 2010 fördert der Kanton thermische Solaranlagen auf bestehenden Bauten. Bis Ende Oktober sind 114 Gesuche eingegangen, wovon 107 Anlagen mit einer gesamten Absorberfläche von 1'233 m² gefördert werden. Mangels weiterer Daten wird ausgewiesen, welche Kollektorenfläche und welchen Energieertrag im Kanton Schwyz gemäss dem schweizerischen Durchschnitt zu erwarten wäre. Nach dieser Berechnung würde die Solarthermie im Kanton Schwyz im Jahr 2008 im Umfang von rund 29'800 m² und einem Energieertrag von rund 7.5 GWh genutzt.

Die genutzte **Umweltwärme** durch Oberflächengewässer-, Grundwasser und Erdsonden wird aufgrund der Angaben des Amtes für Umweltschutz bestimmt. Demnach sind im Kanton etwa 1'200 Erd- und Grundwasserwärmepumpen (ca. 200 Anlagen, die Wärme aus dem Grundwasser oder Oberflächengewässer entnehmen und ca. 1'000 Erdsonden)

mit einer totalen Verdampferleistung von schätzungsweise 20'000 bis 24'000 kW installiert (diese Angabe entspricht einer durchschnittlichen Leistung von 16 bis 20 kW pro Anlage und gibt nur eine Grössenordnung wieder, da die Verdampferleistungen nicht lückenlos erfasst werden und nicht alle bewilligten Wärmepumpen auch ausgeführt werden). Bei einer Gesamtleistung von 22'000 kW und 2'000 Betriebsstunden pro Jahr, ergibt sich eine Nutzung der Umweltwärme von schätzungsweise 44 GWh/a. Der Stromverbrauch dieser Anlagen ist im Absatz der EVU enthalten.

Betrachtet man die Anzahl jährlich neukonzessionierter Wärmepumpen, so ist ein eindeutiger Trend festzustellen. Obwohl die jährlichen Schwankungen beträchtlich sind, nahm über alles gesehen die Anzahl neu konzessionierter Wärmepumpen seit dem Beginn der 80er Jahre zunächst geringfügig und seit dem Jahrtausendwechsel in grossem Umfang zu.

« Jährlich neukonzessionierte Wärmepumpen im Kanton Schwyz »



Figur 13: Anzahl der jährlich im Kanton Schwyz neu konzessionierten Wärmepumpen (ohne Luft-Luft-WP). Angaben gemäss Amt für Umweltschutz Kanton SZ

Die **tiefe Geothermie** wird, wie schon im Abschnitt zur erneuerbaren Elektrizitätsproduktion erwähnt, auf dem Kantonsgebiet nicht genutzt.

Da aller Siedlungsabfall in ausserkantonalen Kehrrechtsverbrennungsanlagen entsorgt wird, kann keine **Abwärme ab KVA** im Kanton SZ genutzt werden. Die **Abwärme aus dem Abwasser** in ARA wird gemäss Auskunft des Amtes für Umweltschutz nicht extern (für ausserhalb der ARA liegende Abnehmer) genutzt. ARA-intern wird in einigen ARA sowohl das anfallende Faulgas als auch die Abwärme genutzt. Nach unseren Informationen wird die anfallende **Abwärme aus der Industrie** nicht extern genutzt.

4 Potenziale der Energieeffizienz und der erneuerbaren Energien im Kanton SZ

Um den hohen Verbrauch von fossilen Energieträgern, die damit einhergehenden Ausgaben für Energie und die grossen Umwelteinwirkungen zu reduzieren, bieten sich grundsätzlich drei Möglichkeiten an: Verbrauchsreduktionen, Steigerung der Energieeffizienz und der vermehrte Einsatz erneuerbarer Energien. Verbrauchsreduktionen ergeben sich durch eine geringere Nachfrage nach Energiedienstleistungen (z.B. weniger beheizte Wohnfläche; tiefere Raumtemperaturen, gemeinsame Nutzung von Kühlgeräten etc.) oder durch eine Reduktion der Nutzenergienachfrage (z. B. durch bessere Gebäudedämmung). Im Folgenden werden die Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz, der Reduktion der Nutzenergienachfrage und für den Einsatz erneuerbarer Energien ausgewiesen, ohne auf mögliche zusätzliche Verbrauchsreduktionen infolge verringerter Energiedienstleistungsnachfrage einzugehen.

4.1 Energieeffizienz

Die Abschnitte zum Thema Energieeffizienz sind so gegliedert, dass zuerst die Ergebnisse der Analysen präsentiert und anschliessend die Potenzialabschätzungen im Detail erläutert werden.

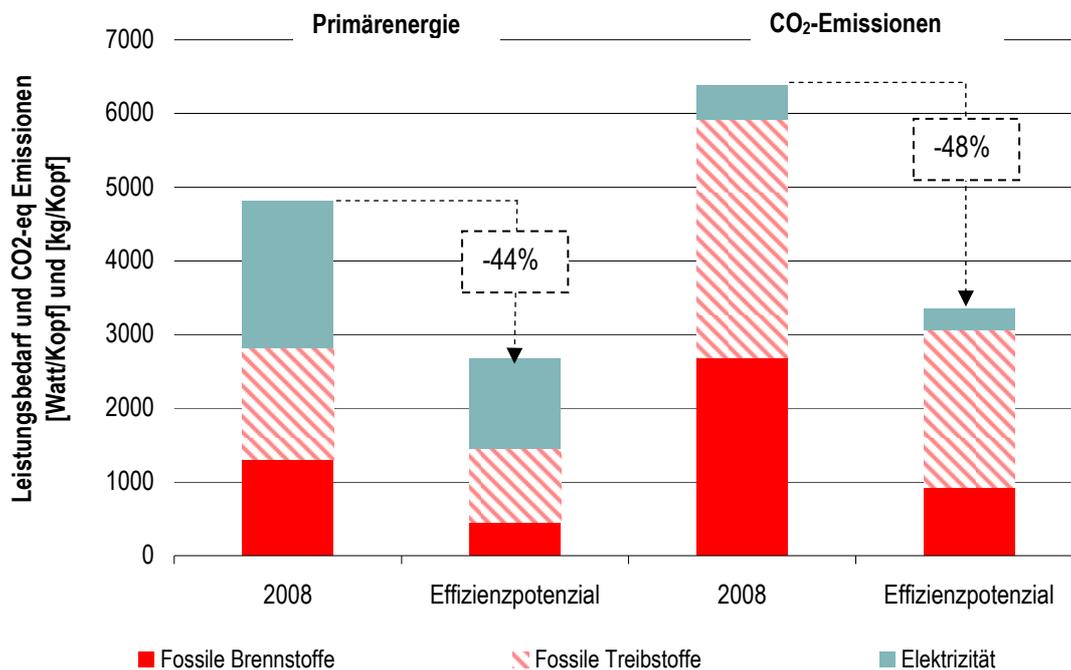
Die kontinuierliche Steigerung der *Energie- und Ressourceneffizienz in allen Verbrauchergruppen* ist unabdingbar, um die Ziele der schweizerischen und der internationalen Energie- und Klimapolitik sowie das übergeordnete Nachhaltigkeitsziel einer Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Ressourcenverbrauch zu erreichen. Im Vergleich zu anderen Massnahmen der Energie- und Klimapolitik sind Energieeffizienzmassnahmen oft vergleichsweise kostengünstig realisierbar.

Die nachfolgende Figur zeigt zusammenfassend die geschätzten Einsparpotenziale fossiler Energieträger und der Elektrizität für den Leistungsbedarf pro Kopf (Ebene Primärenergiebedarf) und für den Ausstoss von CO₂-Emissionen pro Kopf des Kantons Schwyz auf.

Die Schätzung der Effizienzpotenziale basiert auf der Annahme, dass heute verfügbare Technologien eingesetzt werden. Mögliche Reboundeffekte¹⁵ werden dabei nicht berücksichtigt. Eine weitere Steigerung der Effizienz einzelner Technologien kann zu grösseren Effizienzpotenzialen führen.

¹⁵ Wenn das Einsparpotenzial von Effizienzsteigerungen nicht oder nur teilweise verwirklicht wird, spricht man vom Reboundeffekt. Dies kann z.B. dann der Fall sein, wenn eine effizientere Energienutzung wegen den günstigeren Kosten zu einem Mehrkonsum führt. «Führt die Effizienzsteigerung gar zu erhöhtem Verbrauch (das heißt zu einem Reboundeffekt von über 100 Prozent), spricht man von Backfire» (Quelle: Wikipedia: [http://de.wikipedia.org/wiki/Rebound_\(%C3%96konomie\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Rebound_(%C3%96konomie)), Zugruff am 6.4.2011).

«Potenziale der Energieeffizienz im Kanton Schwyz»



econcept

Figur 14: Leistungsbedarf und CO₂-eq Emissionen fossiler Energieträger und der Elektrizität (Stufe Primärenergie) des Kantons Schwyz: im Jahr 2008 und nach Nutzung der vorhandenen Energieeffizienz-Potenziale (bei den Energieträgeranteilen vom Jahr 2008)

Das grösste Effizienzpotenzial haben die fossilen Brennstoffe, gefolgt von der Elektrizität und den Treibstoffen. Anschliessend wird aufgezeigt, wie gross die Effizienzpotenziale für Energieeinsparungen und für die Verringerung von CO₂-Emissionen in den Bereichen «Wärmebedarf von Gebäuden», «Prozesswärmebedarf in der Industrie» und «Bedarf an Elektrizität» sind. Der Verkehrsbereich wird nicht genauer untersucht.

4.1.1 Energieeffizienz beim Wärmeverbrauch von Gebäuden

Der Wärmeverbrauch im Gebäudebereich kann massiv reduziert werden, wie die Entwicklungen der letzten Jahre bei Neubauten und bei energetischen Sanierungen zeigen. Um besser einordnen zu können, wie gross die erreichbaren Potenziale in Abhängigkeit des Gebäudestandards sind, wird nachfolgend eine Übersicht der Gebäudestandards für Neubauten und Sanierungen gezeigt.

- **SIA 380/1: 2009:** Die Norm SIA 380/1 wird in allen Kantonen als Grundlage für die Wärmebedarfsrechnung verwendet und legt die Grenzwerte für die Ermittlung des Heizwärmebedarfs fest. Mit der letzten Revision von SIA 380/1 im Jahr 2009 wurden die Energiekennzahlen¹⁶ den Werten der MuKEN von 2008 angepasst.

¹⁶ Die Energiekennzahl ist ein Mass für die energetische Qualität eines Gebäudes. Berechnet wird sie gemäss:
Energiekennzahl = Energieverbrauch pro Jahr / Energiebezugsfläche in m².

- **Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich 2008 (MuKE 2008):** Die Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich wurden von der kantonalen Energiedirektorenkonferenz 2008 verabschiedet. Die MuKE verwenden die bisherige Norm SIA 380/1:2007 als Berechnungsgrundlage, fordern aber um 20% verringerte Grenzwerte für den in Gebäuden zulässigen Wärmebedarf. Die MuKE 2008 sind eine harmonisierte Vorgabe für die Kantone und sollen zum einen den Energieverbrauch des schweizerischen Gebäudeparks verringern und andererseits eine Vereinheitlichung der Bau- und Energievorschriften in den verschiedenen Kantonen fördern. Die im Jahr 2008 erlassenen MuKE sollen von den Kantonen ab 2009 flächendeckend in die kantonale Gesetzgebung übernommen werden und gelten danach in den jeweiligen Kantonen als einzuhaltender Mindest-Standard. Im Kanton Schwyz gelten die MuKE 2008 ab 1. Juli 2010.

- **Minergie 2009:** Der Minergiestandard ist ein freiwilliger Qualitäts- und energetischer Baustandard. Nicht nur die Gebäudehülle, sondern das Gebäude als Ganzes wird betrachtet. Die Energie soll möglichst rationell eingesetzt werden. Erneuerbare Energien sollen breit genutzt werden, die Umweltbelastung soll gesenkt und eine Verbesserung der Lebensqualität erreicht werden. Der Minergie-Standard erhebt den Anspruch auf eine gewissen Vorreiterrolle und ist deshalb nochmals strenger als die Vorschriften der MuKE. Der Minergie-Standard verlangt für Neubauten, dass die Gebäudehülle Primäranforderungen erfüllt. Für die Berechnung der Grenzwerte verwendet der Minergie-Standard nicht die Energiekennzahl gemäss SIA 380/1. Stattdessen wird mit der Berücksichtigung von Nutzungsgraden η und mit dem Gewichtungsfaktor g^{17} der eingesetzten Energieträger eine «gewichtete Endenergiekennzahl» berechnet. Auch der für Lüftung und Klimatisierung benötigte Elektrizitätsaufwand E_{LK} ist Bestandteil der gewichteten Energiekennzahl und wird auch mit dem Faktor «g» gewichtet. Eine weitere Möglichkeit, um zum Minergie-Label zu kommen besteht darin, ein Haus konsequent mit Minergie-Modulen zu realisieren. Minergie-Module sind zertifizierte, energetisch relevante Bauteile.

- **Minergie-P 2009 / Passivhaus:** Minergie-P entspricht in etwa einer schweizerischen Version des Passivhaus-Standards¹⁸. Der Standard erfordert ein eigenständiges, am niedrigen Energieverbrauch orientiertes Gebäudekonzept. Das Gebäude soll dabei integral, das heisst von der Gebäudehülle über die Haustechnik bis zu der Lage der Sanitärräume beurteilt werden. Unbedingt eingehalten werden müssen der spezifische Wärmeleistungsbedarf, der Heizwärmebedarf, die gewichtete Energiekennzahl, die Luftdichtigkeit der Gebäudehülle und es dürfen nur Haushaltgeräte der Klasse A oder besser verwendet werden. Damit die vom Standard vorgeschriebene Energiekennzahl erreichbar ist, ist insbesondere beim Mehrfamilienhaus der Einsatz erneuerbarer Energien unverzichtbar.

¹⁷ Beispielsweise ist g für Elektrizität 2 und für Geothermie 0

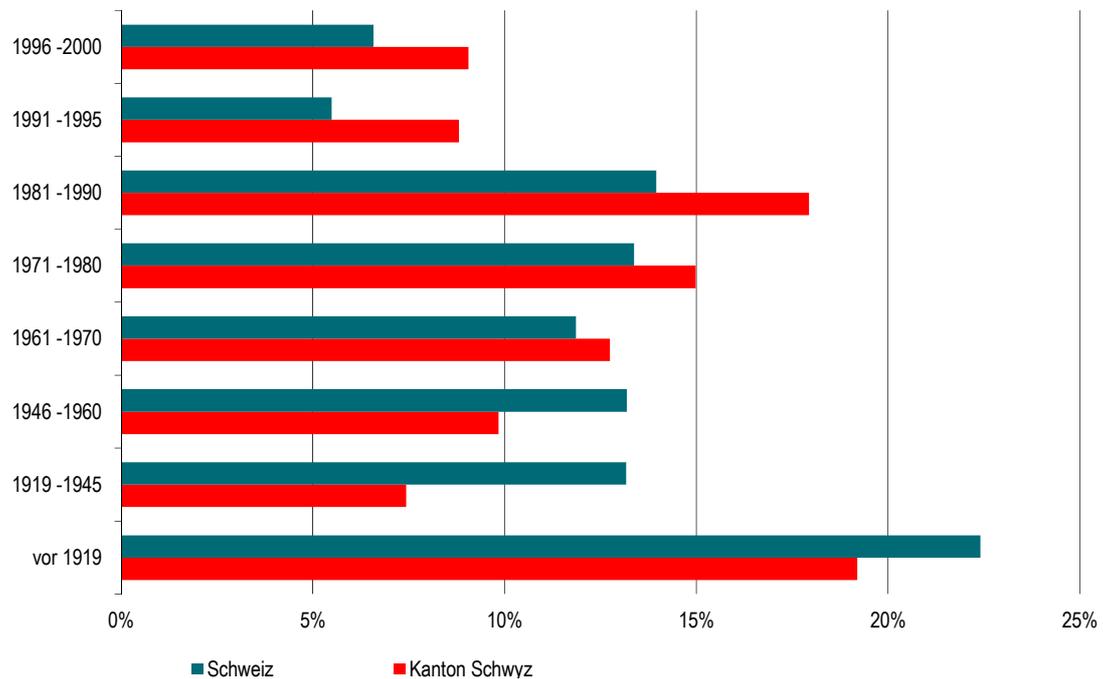
¹⁸ Definition eines Passivhauses: «Ein Passivhaus ist ein Gebäude, in welchem die thermische Behaglichkeit allein durch Nachheizen oder Nachkühlen des Frischluftvolumenstroms, der für ausreichende Luftqualität erforderlich ist, gewährleistet werden kann - ohne dazu zusätzlich Umluft zu verwenden.» [<http://www.1a-passivhaus.de/>; Stand: 27.10.2008]

- **Weitere Standards (Nullenergie, Minergie-A, Plusenergie):** Nullenergiegebäude oder Plusenergiegebäude¹⁹ produzieren im Jahresdurchschnitt ebensoviel oder mehr Energie, wie sie verbrauchen. In der Regel handelt es sich um Gebäude, die nach dem Minergie-P-Standard gebaut sind und mittels Energieproduktionsanlagen (meist Photovoltaik und ev. solarthermische Anlagen) zusätzlich Energie produzieren. Da im Sommer mit den installierten Photovoltaikanlagen mehr Elektrizität produziert werden kann als benötigt, wird das Stromnetz gewissermassen als Speicher verwendet. Im Winter wird der Strom zum Teil wieder aus dem Netz bezogen. Für den Wärmebedarf für Warmwasser und Heizung entsprechen die weiteren Gebäudestandards in etwa dem Standard Minergie-P. Der Verein Minergie hat mit dem neuen Standard «Minergie-A» diese Entwicklung aufgenommen. Dieser Standard verlangt eine gänzliche Deckung des Wärmebedarfs (Raumheizung, Lüfterneuerung und Warmwasser) durch erneuerbare Energien, d.h. die Minergie-Kennzahl Wärme muss bei null oder unter null liegen. Die Anforderungen an die Gebäudehülle entsprechen mindestens dem Minergie-Standard, d.h. es ist den Bauherren überlassen, ob die Zielsetzung bei der Kennzahl Wärme über eine verbesserte Gebäudeisolation in Richtung Minergie-P oder eine Optimierung der Haustechnik erreicht werden soll. Gemäss Koschenz und Pfeiffer (2005) kann der Wärmebedarf von Gebäuden technisch noch weiter gesenkt werden. Sie zeigen, dass der Raumwärmebedarf in einem Gebäude mit «hoch optimierter Gebäudehülle» nochmals um einen Faktor 3 gegenüber Minergie-P reduziert werden könnte (Koschenz und Pfeiffer, 2005, S. 37). Damit liesse sich bei einem typischen EFH ein Nutzenergiebedarf für Raumwärme von lediglich 17 MJ/m² EBF und Jahr erreichen. Im Vergleich mit den Werten von SIA 380/1:2009 entspricht dies einer Reduktion des Nutzenergiebedarfs für Raumwärme um mehr als 90%.

Der Wohnbautenbestand im Kanton ist verglichen mit der Schweiz etwas jünger (Figur 15). Besonders Wohngebäude, welche in den vergangenen 35 Jahren erstellt wurden, sind im Kanton SZ überdurchschnittlich vertreten. Mit Ausnahme der Bauten aus den 70er-Jahren weisen die neueren Bauten meist bessere Wärmedämmungen auf, was sich positiv auf den aktuellen Energieverbrauch auswirkt.

¹⁹ Ein erster Prototyp wurde bereits 1994 errichtet und ab dem Jahr 2000 wurde eine Siedlung mit 59 Plusenergiehäusern in Freiburg im Breisgau errichtet. In der Schweiz wurde im Jahr 2001 das erste Plusenergiegebäude errichtet.

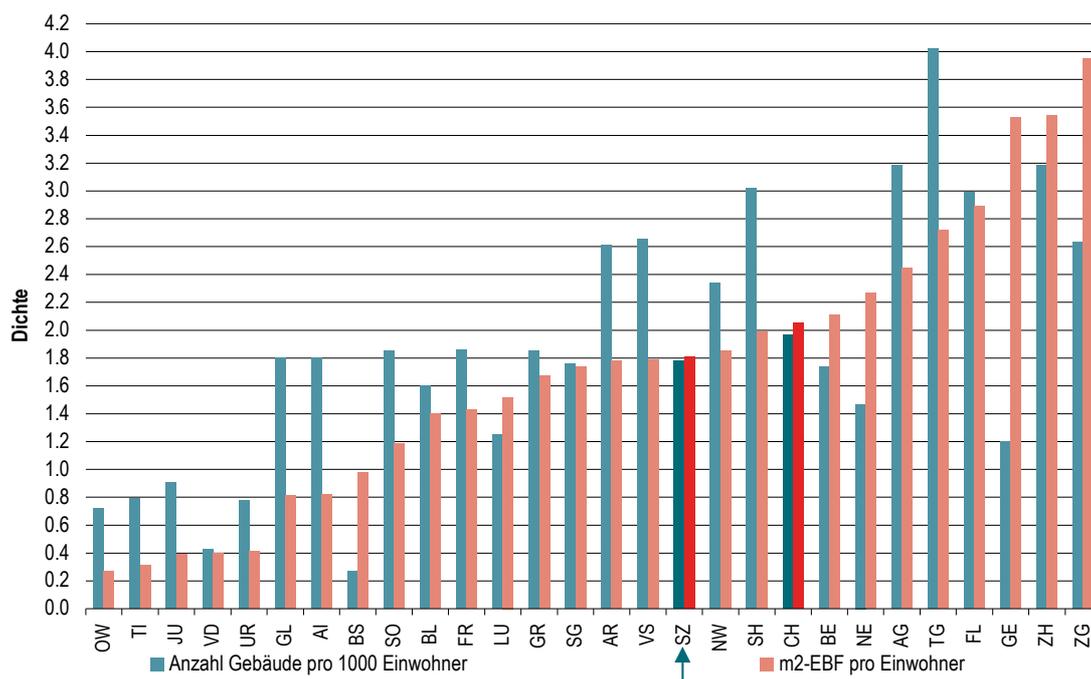
«Wohngebäude nach Bauperiode: Vergleich Kanton Schwyz mit dem Schweizer Durchschnitt»



Figur 15: Verteilung der Wohngebäude nach ihrer Bauperiode (Jahr der Erstellung) im Kanton SZ und im Schweizer Durchschnitt (Quelle: Volkszählung 2000)

Bei der Verbreitung von Gebäuden, welche im Minergie-Standard erstellt wurden, liegt der Kanton leicht unter dem Schweizer Durchschnitt (Figur 16), sowohl bei der Anzahl Gebäude im Minergie-Standard als auch bei den im Minergie-Standard erstellten Quadratmetern Energiebezugsfläche pro Einwohner. Spitzenplätze nehmen hier von den Zentralschweizer Kantonen die Kantone Nidwalden und Zug ein.

«Minergie-Dichte in der Schweiz und FL (alle Standards)»



Figur 16: Minergie-Gebäude im Jahr 2009 pro 1'000 Einwohner und Quadratmeter Energiebezugsfläche pro Einwohner (m² EBF/Einw.) im Minergie-Standard in den Kantonen, im Fürstentum Liechtenstein und in der Schweiz. (Minergie 2010)

Die Ausführungen zum Gebäudebestand im Kanton Schwyz und zu den energetischen Anforderungen verschiedener Gebäudestandards zeigen, dass im Gebäudebereich ein enormes Effizienzpotenzial vorhanden ist. Die Potenziale variieren je nach Effizienzziel: Wenn z.B. der Gebäudebestand (geschätzter durchschnittlicher Endenergie-Verbrauch von 650 MJ/m²*a, Quelle: AWEL 2003) in Zukunft nach Minergie-P Standard mit einem verbleibenden Endenergieverbrauch von 108 MJ/m²*a saniert würde, könnten über 80% des Energieverbrauchs für Wärme im Gebäudebereich eingespart werden (bei den heute bestehenden Gebäuden). Eine Studie des Bundesamts für Energie (Kaufmann et al. 2007) geht davon aus, dass in Haushalten, Industrie und Gewerbe längerfristige Einsparpotenziale für Heizung und Warmwasser von 70 bis 90% bestehen. Die hier berechneten Einsparungen basieren wegen dem relativ jungen Gebäudebestand auf der Annahme, dass beim Wärmebedarf im Gebäudebereich für Raumheizung und Warmwasser gegenüber dem Ist-Zustand 2008 in Zukunft rund 70% der eingesetzten Primärenergie eingespart werden kann. Die vollständige Umsetzung allein dieser Effizienzmassnahmen würde im Kanton Schwyz zu einer Energieeinsparung von rund 1'590 GWh/a führen, was knapp einem Fünftel des gesamten Primärenergieverbrauchs des Jahres 2008 entspricht.

Um solche Einsparungen erzielen zu können, müsste ein grosser Teil des Gebäudeparks nach dem heute gültigen Minergie-P-Standard saniert werden. Des Weiteren spielt der Raumbedarf pro Person eine wesentliche Rolle: Um eine absolute Absenkung des Energiebedarfs zu erreichen, müssen mit zunehmender Wohnflächenbeanspruchung anspruchsvollere Gebäudestandards angewendet werden, damit die relativen Energieein-

sparungen nicht durch den Mehrbedarf an Wohnfläche zunichte gemacht werden. Das gilt umso mehr, als mit wachsenden Effizienzansprüchen der relative Anteil des grauen Energieverbrauchs von Gebäuden zunimmt und immer relevanter wird. Das bedeutet, dass der Gebäudeverbrauch noch mehr reduziert werden muss (wobei es einen Trade off Verbrauchsreduktion ↔ grauer Energieverbrauch gibt), bzw. dass die Energieproduktion im Gebäude erhöht wird, bzw. dass der Verbrauch grauer Energie vermindert wird.

4.1.2 Energieeffizienz in industriellen Prozessen

Detailanalysen zum generellen Stand der Energieeffizienz bei industriellen Prozessen in den Betrieben im Kanton Schwyz sind nicht erhältlich. Die Analysen, welche im Zusammenhang mit den Zielvereinbarungen der Energie-Agentur der Wirtschaft für die Schweizer Unternehmen vorgenommen wurden, legen nahe, dass in allen Unternehmen Verbesserungen der Energieeffizienz wirtschaftlich realisierbar sind. Es wird davon ausgegangen, dass die Umsetzung von Energieeffizienzmassnahmen dem Schweizer Durchschnitt entspricht.

Gemäss einer Studie des Bundesamts für Energie (BFE (2007) liegt das technische Einsparpotenzial je nach Branche bei 30 bis 40 %. Langfristig könnten teilweise Einsparungen von bis zu 95 % erreicht werden. Ausgehend von einem Gesamtenergieverbrauch von Industrie und Gewerbe von rund 1'650 GWh/a im Kanton SZ, ergeben sich bei einem mittleren Einsparpotenzial von 30 % mögliche Endenergieeinsparungen bei industriellen Prozessen von rund 495 GWh/a.

4.1.3 Energieeffizienz bei elektrischen Geräten und Anlagen in Gebäuden

Unter den Massnahmen für mehr Energieeffizienz kommt dem *effizienten Elektrizitätseinsatz* eine Schlüsselrolle zu, da Elektrizität als hochwertige Energieform sehr vielseitig eingesetzt werden kann und beim Ersatz fossiler Energieträger (bspw. Wärmepumpen, Gebäudetechnik, Elektromotoren) vermehrt eingesetzt wird. Ein hocheffizienter Elektrizitätseinsatz ist daher zentral, um die Zunahme des Elektrizitätsverbrauchs zu begrenzen, um allfällige Versorgungsengpässe abzuwenden und um negative Umweltwirkungen eines vermehrt auf Elektrizität aufbauenden zukünftigen Energiesystems zu minimieren. Effizienztarife oder allgemein Anreize für mehr Stromeffizienz werden auch auf nationaler Ebene als wichtig erachtet und haben Eingang in die Aktionspläne des UVEK gefunden (z.B. Möglichkeit eines Erlasses von Mindestanforderungen). In der kürzlich erschienenen Studie «Effizienzmassnahmen im Elektrizitätsbereich, Grundlagen für wettbewerbliche Ausschreibungen», die von econcept und INFRAS im Auftrag des BFE gemeinsam erarbeitet wurde (Dettli et al, 2009) werden folgende Effizienzpotenziale ausgewiesen.

Anwendungen	Haushalte	Dienstleistung, Gewerbe und Landwirtschaft	Industrie	Verkehr
Beleuchtung	60%	40%	40%	
Raumwärme	-	70%	70%	
Elektroheizung	70%	-	-	

Anwendungen	Haushalte	Dienstleistung, Gewerbe und Landwirtschaft	Industrie	Verkehr
Wärmepumpen	20%	-	-	
Warmwasser	-	50%	50%	
Elektroboiler	50%	-	-	
Wärmepumpen	20%	-	-	
übrige Haustechnik	60%	60%	60%	
Kühlen, Gefrieren	25%	-	-	
Waschen, Trocknen	30%	-	-	
Kochen, Geschirrspülen	25%	-	-	
übrige Haushaltgeräte	20%	-	-	
I & K (inkl. Unterhaltung)	-	30%	30%	
- Büro-/Kommunikation	30%	-	-	
- Unterhaltung	40%	-	-	
Gewerbliche Anwendungen		30%		
Industrie: mechanische Prozesse			25%	
Industrie: Prozesswärme			14%	
Industrie: Sonstige Anwendungen			10%	
Verkehr: Elektrische Antriebe ÖV				10%
Einsparpotenzial pro Sektor	42%	43%	23%	10%
Einsparpotenzial insgesamt gemessen am schweizerischen Gesamtverbrauch von Elektrizität: 34.2%				

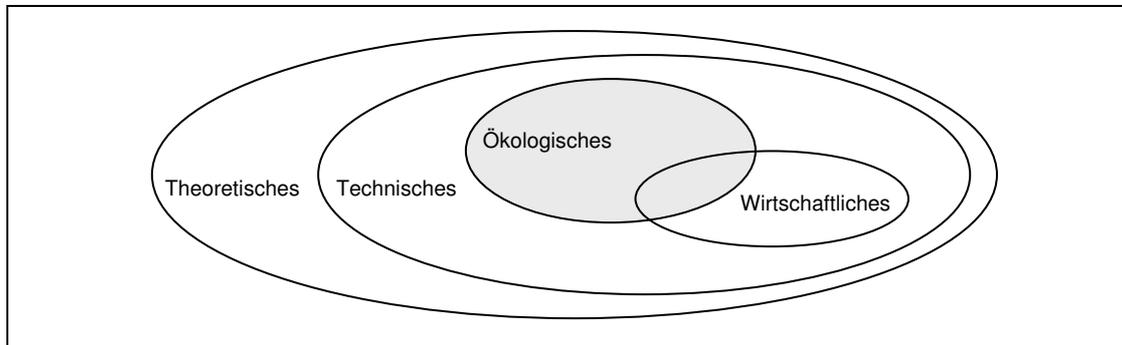
Tabelle 8: Effizienzpotenziale im Elektrizitätsbereich gemäss Dettli et al. 2009

Die vollständige Realisation aller Effizienzpotenziale im Elektrizitätsbereich würde zu Endenergieeinsparungen von rund 340 GWh/a führen, was ca. 38% des gesamten Elektrizitätsverbrauchs oder 8.5% des gesamtem Primärenergieverbrauchs aus dem Jahr 2008 entspricht.

4.2 Erneuerbare Energien

Bei der Analyse der Potenziale erneuerbarer Energien sind verschiedene Potenzialbegriffe zu unterscheiden (Figur 17): Das *theoretische Potenzial* (z. B. Sonneneinstrahlung auf Untersuchungsgebiet) basiert auf den physikalischen Möglichkeiten zur Nutzung von Ressourcen. Welcher Anteil davon effektiv genutzt werden kann, wird mit dem *technischen Potenzial* umschrieben (z. B. bei Sonnenkollektoren vom Wirkungsgrad der Sonnenkollektoren abhängig). Bei vielen erneuerbaren Energieträgern ist es wiederum sinnvoll, ihre Nutzung aus ökologischen Gründen weiter zu begrenzen, beispielsweise indem Dach- und Fassadenflächen statt ökologisch wertvoller und knapper Freilandflächen für Photovoltaikanlagen genutzt werden. In den folgenden Betrachtungen wird dieses *ökologische Potenzial* verwendet, um vermehrte und gleichzeitig nachhaltige Verwendungsmöglichkeiten der erneuerbaren Energieträger aufzuzeigen. Das *wirtschaftliche Potenzial*

zur Nutzung erneuerbarer Energieträger hängt sehr stark von den energiepolitischen Rahmenbedingungen ab (beispielsweise Förderung durch die kostendeckende Einspeisevergütung, KEV) und wird hier nicht näher untersucht.



Figur 17: Illustration des Potenzialbegriffs. Grau: das im vorliegenden Bericht untersuchte ökologische Potenzial (Quelle: Illustration gemäss BFE (2006))

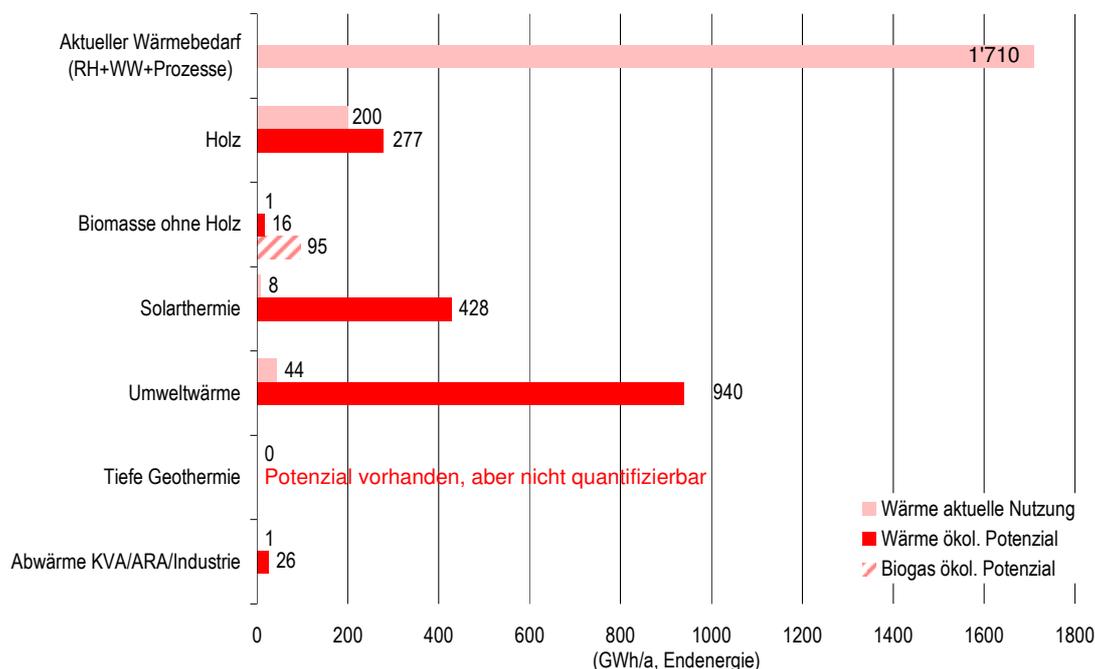
Für die meisten der im Folgenden untersuchten Energieträger bestehen keine oder nur wenig fundierte Untersuchungen zur aktuellen Nutzung und zum zukünftigen Potenzial im Kanton Schwyz. Aufgrund der unsicheren Datenlage bei den übrigen erneuerbaren Energieträgern sind die Zahlenwerte dieser Potenziale Schätzungen, die die Grössenordnung des aktuellen Verbrauchs und des ökologischen Potenzials im Kanton angeben. Die Potenziale werden in GWh Endenergie ausgewiesen.

Die aktuelle Nutzung und die ungenutzten ökologischen Potenziale der im Kanton vorkommenden erneuerbaren Energieträger sind sehr unterschiedlich (Figur 20). Heute am stärksten genutzt wird die Wasserkraft zur Stromerzeugung (485.5 GWh/a), gefolgt von der Wärmeerzeugung mittels Holzenergie und Umweltwärme (207 und 48 GWh/a; alle Angaben in Endenergie). Die Angaben zur aktuellen Nutzung stammen aus den Analysen des Kapitels 3.2.4.

4.2.1 Ökologische Potenziale im Wärmebereich

Grosse ökologische Potenziale für die *Wärmeerzeugung* bestehen bei der Umweltwärme (940 GWh/a mit Wärmepumpen), der Solarthermie (428 GWh/a) und der Holzenergie (277 GWh/a). Bei Ausnützung der gesamten Potenziale der erneuerbaren Energien im Wärmebereich könnten rund 1'685 GWh/a Wärme erzeugt werden, was gerade etwa dem aktuellen Wärmeverbrauch im Kanton entspricht. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass die gesteigerte Nutzung von Umweltwärme durch elektrische Wärmepumpen zu zusätzlichem Stromverbrauch führt.

«Heutige Nutzung und ökologische Potenziale für den Wärmebereich»



econcept

Figur 18: Vergleich der verschiedenen erneuerbaren Energieträger im Wärmebereich im Kanton Schwyz. Dargestellt ist die aktuelle Nutzung (hellrot) und das ökologische Potenzial (dunkelrot)

Nachfolgend werden die Potenziale und die Potenzialermittlung für die einzelnen Energieträger beschrieben.

Holz

Holz kann als Energieträger für Wärmezwecke oder zur Produktion von Elektrizität eingesetzt werden. Wärme wird aus Stückholz, Pellets oder Schnitzeln in Feuerungen erzeugt, wobei Stückholz und Pellets vorwiegend für kleinere Anlagen und Schnitzel für grosse Anlagen eingesetzt werden. Energieholz aus dem Wald und Restholz (unbehandelt) können in normalen Feuerungen verwertet werden. Die Verwertung von Altholz darf nur in Anlagen erfolgen, die zur Abfallentsorgung zugelassen sind.

Der Kanton Schwyz verfügt über eine Waldfläche von 272 Mio. m². In den Jahren 2004-2009 wurden durchschnittlich rund 118'800 m³ **Waldholz** genutzt und davon knapp 26% einer energetischen Nutzung zugeführt. Der Bruttozuwachs an Holz (mit Einwuchs von Schaftholz in Rinde) wird im schweizerischen Landesforstinventar (LFI3²⁰) für den Kanton Schwyz auf rund 257'000 m³ pro Jahr beziffert. Dieser Zuwachs darf aber nicht als zusätzlich nutzbares Holz bezeichnet werden, da ein Teil der Waldfläche geschützt ist (1'790 Hektar Natur- und 1'560 Hektar Sonderwaldreservate), ein Teil des Vorrats wegen der Lage und Zugänglichkeit nicht nutzbar ist, in einigen Wäldern der Vorrat erhöht werden muss und die natürlichen Abgänge (zwischen 12% und 37%) beachtet werden müs-

²⁰ Schweizerisches Landesforstinventar, Ergebnisse der dritten Erhebung 2004-2006, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL

sen (alle Angaben gemäss B. Roth, Amt für Wald und Naturgefahren). Aufgrund dieser Einschränkungen liegt das zusätzlich nutzbare Energieholzpotenzial in Kanton SZ zwischen 6'000 und 23'000 m³, je nach dem, ob die zusätzlich schlagbare Menge vollständig oder teilweise als Energieholz verwendet wird. Für die Potenzialschätzung wird angenommen, dass die zusätzliche Holznutzung bei ca. 25'000 m³ liegt (Angaben B. Roth plus 10% aus nicht statistisch erfassten Hölzern) und dass in Zukunft rund 30% des insgesamt nutzbaren Holzes als Energieholz verwendet werden kann. Somit wird eine zusätzliche Menge an Energieholz von rund 12'500 m³ geschätzt. Bei einem Brennwert von 2.5 MWh/m³ (60% Buche, 40% Tanne/Fichte) ergibt sich ein ungenutztes Wärmepotenzial von rund 31 GWh/a. Der Anteil Energieholz an der gesamten Waldholznutzung von 30% entspricht etwa der Nutzung im Kanton Zug und liegt z.B. deutlich unter der Nutzung im Kanton Nidwalden, wo aktuell schätzungsweise 50% des anfallenden Waldholzes als Energieholz verwendet werden.

Eine vom Kanton Schwyz in Auftrag gegebene Studie zur Möglichkeit der Nutzung von **Schlagabraum** (Waldrestholz, d.h. Ast- und Kronenmaterial sowie Abschnitte, welche keine andere Verwertung finden, verholztes Schnittgut aus Landwirtschaft und Landschaftspflege) hat ein grosses noch ungenutztes Potenzial ausgewiesen: rund 30'180 Sm³/a könnten zusätzlich einer energetischen Nutzung zugeführt werden (Ammann 2008: 19). Bei der Annahme einer Feuchte von durchschnittlich 75% und einem Brennwert für Schlagabraum von 0.475 MWh/Sm³ (Holzenergie Schweiz 2006) liesse sich damit zusätzlich rund 14.3 GWh/a Wärme produzieren. Die Nutzung dieses Potenzials setzt allerdings Anlagen voraus, die den relativ feuchten Schlagabraum verbrennen können. Die aktuelle Nutzung von **Restholz** im Kanton Schwyz beläuft sich nach den Angaben des Katasters der Holzfeuerungen mit einer Leistung grösser 70 kW auf rund 9'000 t Restholzschnitzel und rund 800 t Restholzpellets. Da in der Berechnung des ungenutzten Potenzials an Schlagabraum Restholz aus Wald- und Landwirtschaft enthalten ist, wird hier zusätzlich nur noch das ungenutzte Potenzial von unbehandeltem Restholz aus den Holzverarbeitenden Betrieben abgeschätzt. In der Region Innerschwyz fallen gemäss ebs (2007) rund 78'400 m³/a unbehandelte Holzabfälle mit einem Brutto Energieinhalt von rund 196 GWh/a an. Davon wird rund 24.4 GWh/a als ungenutztes Potenzial bezeichnet (ebs 2007). Eine ältere Studie hat für den ganzen Kanton das anfallende Restholz aus Holzverarbeitenden Betrieben erhoben (Hauri 1999). Demnach gab es im Jahr 1999 rund 183 Holzverarbeitende Betriebe, in denen rund 90'000 m³ Restholz entstanden (Hauri 1999). Davon wurden rund 20 % für den Eigenbedarf verwendet, womit noch ca. 72'000 m³ als extern nutzbares Restholz übrig bleiben. Weil die ältere Schätzung für den gesamten Kanton kleinere Mengen ausweist als die neuere Schätzung für den Bezirk Innerschwyz, wird das in ebs (2007) ausgewiesene Potenzial als Näherung für den Kanton übernommen.

Altholz muss in speziellen Feuerungen verwertet werden, deren Rauchgasreinigung dem lufthygienischen Standard einer Kehrlichtverbrennungsanlage entspricht. Bisher wird im Kanton in zwei relativ neuen Anlagen ca. 3'760 t Altholz pro Jahr verbrannt. Im Kanton Schwyz fallen jährlich im Durchschnitt schätzungsweise 10'000 t Altholz aus Bausperrgut

an. Diese Mengenangabe gibt nur einen Richtwert wieder, da der jährliche Altholzanfall stark schwankt. Der ungenutzte Teil des Altholzes wird aktuell exportiert (Spanplattenproduktion und oder Verbrennung/Entsorgung). Da auch in Zukunft ein Teil des Altholzes für die Spanplattenproduktion exportiert werden wird, schätzen wir das zusätzlich energetisch nutzbare Altholzpotezial auf ca. 2000 t/a, was einer Energiemenge von rund 7.4 GWh/a entspricht.

Biomasse ohne Holz

Das ungenutzte ökologische Potenzial von organischer **Biomasse ohne Holz** wird für eine Reihe von biogenen Abfällen ausgewiesen. Dazu zählen biogene Abfälle aus der Landwirtschaft, Grüngut, biogene Abfälle aus dem Siedlungsabfall und biogene Abfälle aus der Lebensmittel- Fleischverarbeitungsindustrie sowie Gastronomie. Die Verbrennung von Klärgas aus der Klärschlammvergärung führt in der Regel zu keiner ausserhalb der Anlagen nutzbaren Abwärme, weswegen kein Potenzial berechnet wird. Die energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe (NAWARO), wie z.B. Chinagrass oder Mais wird wegen der prinzipiellen Begrenzung der Flächen und der Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion nicht zum ökologischen Potenzial gezählt.

- Das Potenzial zur Nutzung von **landwirtschaftlicher Biomasse** hängt von der Anzahl Nutztiere und der vorhandenen Menge Co-Substrat ab. Im Kanton Schwyz gibt es ca. 37'000 Grossvieheinheiten (GVE), welche ca. 54'900 t Trockensubstanz (Gülle und Mist) mit einem Energiegehalt von insgesamt 260 GWh/a produzieren. Daraus können mit heutigen Technologien ca. 38 GWh/a Strom sowie 11 GWh/a Wärme²¹ pro Jahr produziert werden. Mit Grossanlagen, welche das Biogas zu Erdgasqualität aufbereiten und ins Erdgasnetz einspeisen, liesse sich stattdessen auch Bio-Methan mit einem Energiegehalt von 95 GWh/a produzieren. Dieses Bio-Methan kann anschliessend als Brenn- oder als Treibstoff verwendet werden. Diese Zahlen werden als ökologisches Potenzial ausgewiesen. Die alleinige Verwertung von landwirtschaftlicher Biomasse ist wegen der geringen Energiedichte der Substrate (Gülle und Mist) bei heutigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen nicht praktikabel. Deswegen ist der limitierende Faktor die Verfügbarkeit von **Co-Substrat**, welches aus den nachfolgend aufgeführten Substraten besteht.
- Das ökologische Potenzial der energetischen Nutzung von **Grüngut und anderen biogenen Abfällen aus dem Siedlungsabfall, der Lebensmittel-, Fleischverarbeitungsindustrie und Gastronomie** wird wie folgt berechnet. Es wird angenommen, dass pro EinwohnerIn jährlich rund 100 kg Grüngut gesammelt werden können (Schleiss (2005)). Davon kann gemäss BFE (2004) schätzungsweise die Hälfte vergärt werden (der nicht verholzte Anteil). Somit fällt eine nutzbare Menge von ca. 7'180 t Grüngut an, was etwa 2'150 t Trockensubstanz entspricht. Der Anfall an mobilisierbaren biogenen Abfällen aus dem Siedlungsabfall beläuft sich etwa auf die gleiche Menge (BFE 2004). Der Anfall an biogenen Abfällen aus der Lebensmittel-, Fleischver-

²¹ Die produzierte Wärme ist zwar um einiges grösser, da diese Anlagen jedoch meist auf dem Land liegen, wird davon ausgegangen, dass nur ca. ein Drittel davon genutzt werden kann.

beitungsindustrie und Gastrobetrieben wird über einen Vergleich mit gesamtschweizerischen Werten und Beschäftigten in den beiden Bereichen im Kanton Schwyz geschätzt. Die Angaben zum schweizerischen Potenzial stammen alle aus dem Bericht «Potenziale zur energetischen Nutzung von Biomasse in der Schweiz» (BFE 2004). Schweizweit besteht ein ungenutztes ökologisches Potenzial an biogenen Abfällen aus der Lebensmittel- und Fleischverarbeitungsindustrie von rund 144'000 t Trockensubstanz. Bei den Gastronomiebetrieben sind es ca. 50'400 t Trockensubstanz. Im Kanton Schwyz betragen die berechneten Potenziale schätzungsweise 2'220 t Trockensubstanz für die Lebensmittel- und Fleischverarbeitungsindustrie²² und 940 t Trockensubstanz für Bioabfälle aus Gastronomiebetrieben²³. Die volle energetische Nutzung der aufgeführten Mengen an biogenen Abfällen würde bei heutigen Anlagen eine Energieausbeute von rund 13.4 GWh/a Strom und 4 GWh/a Wärme erlauben. Bei den aktuellen Rahmenbedingungen wird diese Biomasse aber am besten als Co-Substrat in Anlagen genutzt, die gleichzeitig landwirtschaftliche Biomasse verwerten.

Bei voller Nutzung der Potenziale aus landwirtschaftlicher Biomasse und den aufgeführten biogenen Abfällen liessen sich rund 15 GWh/a Wärme und 51 GWh/a Strom oder rund 95 GWh/a Biogas produzieren. Da bei den aktuellen Rahmenbedingungen eine Nutzung der landwirtschaftlichen Biomasse ohne Co-Substrate nicht realistisch ist, wird nachfolgend das Potenzial einer kombinierten Nutzung aufgezeigt: Dafür werden typische Angaben von heute bereits verfügbaren Anlagen verwendet. Es sind dies a) kleinere landwirtschaftliche Biogasanlagen, die Hofdünger mit 20% Co-Substrat für die Produktion von Strom und Wärme nutzen oder b) grössere landwirtschaftliche Biogasanlagen mit Co-Vergärung, die für die Gaseinspeisung konzipiert sind (z.B. Swiss Farmer Power) oder c) Anlagen nach dem Kompogasverfahren, die keinen Hofdünger verwerten. Mit den oben ausgewiesenen Mengen an Co-Substraten liessen sich im Kanton Schwyz ca. 16 Anlagen des Typs a) realisieren und insgesamt rund 11 GWh/a Strom und 3 GWh/a Wärme produzieren. Alternativ könnten 4-5 Anlagen vom Typ b) realisiert werden, die insgesamt rund 28 GWh/a Biogas für die Gaseinspeisung produzieren. In Anlagen des Typs c) könnten rund 6 GWh/a Strom und 2 GWh/a Wärme oder rund 15 GWh/a Biogas für die Gaseinspeisung produziert werden. Die Energieausbeute fällt beim Typ c) geringer aus, weil das Potenzial an landwirtschaftlicher Biomasse nicht genutzt wird.

Solarthermie

Sonnenenergie wird für Wärmezwecke mittels Sonnenkollektoren genutzt. Meist werden Kollektoren zur teilweisen Deckung des Warmwasserbedarfs eingesetzt. Vereinzelt dienen sie auch der Heizungsunterstützung. Sonnenkollektoren lassen sich sowohl in Neubauten als auch bei bestehenden Bauten optisch meist gut in das Gebäude einbinden. Der Interessenkonflikt zum Denkmalschutz, Ortsbildschutz und Landschaftsschutz ist aber zu beachten. Ausserdem muss bei der Schätzung des Potenzials solarenergetischer Anlagen berücksichtigt werden, dass die Elektrizitätsgewinnung durch Solarzellen in

²² Das entspricht einer Menge von ca. 11'050 t Feuchtsubstanz.

²³ Das entspricht einer Menge von ca. 3'130 t Feuchtsubstanz.

Konkurrenz zur Solarthermie steht. Jeder durch Sonnenkollektoren belegte Quadratmeter Dachfläche steht der Photovoltaik nicht mehr zur Verfügung. Da die Nutzung der Solarthermie auf die tatsächliche Warmwasser- oder Heizenergienutzung in den jeweiligen Gebäuden abgestimmt werden muss, gehen wir in Anlehnung an Nowak et al. (2007) davon aus, dass maximal 22 % der nutzbaren Dachflächen für die Solarthermie genutzt werden kann. Welcher Anteil des Wärmebedarfs für Warmwasser und/oder Raumwärme tatsächlich mit Solarthermie gedeckt werden kann, hängt davon ab, welches Temperaturniveau das jeweilige Heizsystem aufweist, wie Wärmespeicher dimensioniert werden und wie gut ein Gebäude isoliert ist. Technisch wäre es möglich, einen Wärmespeicher so auszulegen, dass die Wärme saisonal gespeichert werden kann und eine ganzjährige solare Deckung des Wärmebedarfs erreicht wird.

Für die Abschätzung des Potenzials zur Nutzung der Solarthermie können Erfahrungswerte aus bestehenden Studien übernommen werden. In der Vision 2050 geht das Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich (AWEL 2006) davon aus, dass rund 15 % des kantonalen Wärmebedarfs mit der Solarthermie gedeckt werden können. Eine eigene, detaillierte Potenzialermittlung für eine Zürcher Gemeinde ergab ein Potenzial von mindestens 15 % des gesamten Wärmebedarfs (econcept 2009). Dabei wurden heute übliche System-Lösungen (verglaste Flachkollektoren) verwendet und berücksichtigt, dass nur nicht denkmalgeschützte Dachflächen ohne Nutzungskonkurrenz (Photovoltaik, Lukarnen, Dachfenster und -terassen) mit mindestens 80 % der maximal möglichen Solareinstrahlung genutzt werden (keine Freiflächen und Fassaden)²⁴. Andere Studien, wie z.B. eine des Solarinstituts Rapperswil gehen von grösseren Potenzialen aus: Frei und Hawkins (2004) schätzen, dass in der Schweiz rund 35 % des gesamten Wärmebedarfs durch solarthermische Anwendungen gedeckt werden könnten. Die Diskrepanzen lassen sich zum Teil mit der Überbauungsdichte erklären. Die von econcept untersuchte Zürcher Gemeinde hat einen eher urbanen Charakter und man weiss, dass in ländlichen Gebieten wegen der grösseren Dachfläche pro EinwohnerIn ein grösserer Anteil des Wärmebedarfs abgedeckt werden kann als in städtischen Gebieten (BFE 2010c). Für den Kanton Schwyz rechnen wir deswegen mit dem Mittelwert der Angaben von Frei und Hawkins (2004) und econcept (2009) und gehen somit davon aus, dass im Kanton SZ mindestens 25 % des gesamten Wärmebedarfs mit Solarthermie gedeckt werden kann. Bei dieser Schätzung ist eine allfällige übermässige Beschattung der Dachflächen durch die umgebenden Berge nicht berücksichtigt.

Bei einem Gesamtwärmebedarf von rund 1'711 GWh/a im Kanton Schwyz ergibt sich ein Potenzial von rund 428 GWh/a für gebäudeintegrierte Solaranlagen.

Umweltwärme

Als Umweltwärme wird der Wärmeinhalt von Oberflächengewässern, Grundwasser, oberflächennahen Erdschichten und der Umgebungsluft bezeichnet. Mit Hilfe von Wärme-

²⁴ Bei Flachdächern wurde zusätzlich angenommen, dass aufgrund der Anordnung und Verschattung der Anlagen nur 50% der nutzbaren Fläche als Potenzialfläche genutzt werden kann.

pumpen kann die Umweltwärme auf ein Temperaturniveau gehoben werden, welches deren Nutzung für Heizung und Warmwassererzeugung ermöglicht.

Die Effizienz von Wärmepumpen hängt massgeblich vom Temperaturunterschied zwischen Umweltwärme und dem für Heizung oder Warmwassererzeugung nötigen Temperaturniveau ab. Wärmepumpen eignen sich vor allem für Neubauten und energetisch sanierte bestehende Bauten mit einem Niedertemperaturheizsystem. Je nach genutzter Umweltwärmequelle resultieren unterschiedliche Wirkungsgrade der Wärmepumpen. Wärmepumpen mit Erdsonden beispielsweise erreichen ein Verhältnis zwischen gewonnener Nutzwärme und eingesetzter Elektrizität von 3.5–4, bei der Nutzung von Umgebungsluft resultiert ein Verhältnis von 2–3.

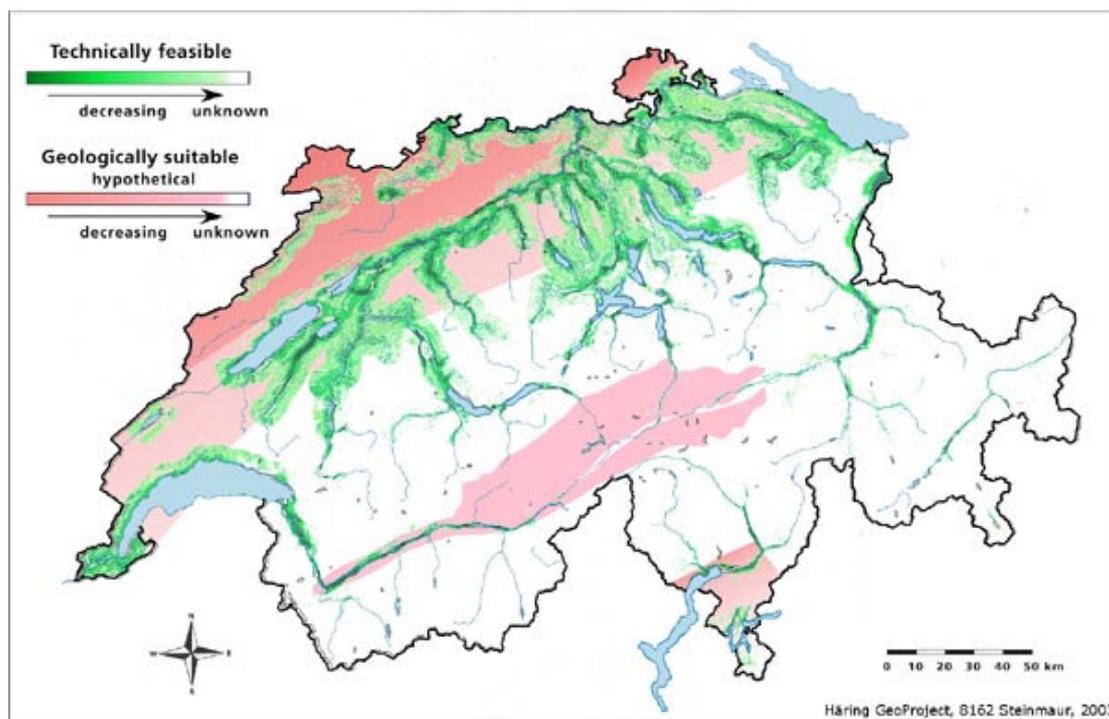
Die Nutzung von Umweltwärme hat sich in Gebäuden und teilweise in Industrie und Gewerbe als Standard etabliert. Neben der bereits vorhandenen Nutzung der Erdwärme und des Seewassers besteht ein weiteres Potenzial. Grundsätzlich könnte der gesamte Wärmebedarf mit anhand von Wärmepumpen, die die Umweltwärme nutzen, gedeckt werden. Die Nutzung der Umweltwärme aus der Luft wird aber wegen den tieferen Wirkungsgraden nicht weiter berücksichtigt. Für die Nutzung der anderen Umweltwärmerquellen gelten gewisse Einschränkungen.

Das Potenzial von Umweltwärme hängt sowohl von angebotslimitierenden als auch von nachfragelimitierenden Faktoren ab. In Grundwasserschutzgebieten ist ein Einsatz von Erdsonden nicht zulässig (angebotslimitierender Faktor für Erdwärmennutzung). In Gebieten, in welchen Erdwärmesonden zulässig sind, wird Potenzial an Umweltwärme zusätzlich durch die Bebauungsdichte limitiert, weil nicht überall Erdsonden gebohrt werden können (nachfragelimitierender Faktor). Bei der Nutzung der Umweltwärme aus Oberflächengewässern ist das Potenzial zusätzlich eingeschränkt, da nur Gebäude in einem Abstand von einigen hundert Metern sinnvoll beheizt werden können.

Für die vorliegenden Potenzialschätzungen wird davon ausgegangen, dass mindestens 55 % des gesamten Wärmebedarfs des Jahres 2008 mittels Nutzung der Umgebungswärme der Erde, des Grundwassers und der Oberflächengewässer gedeckt werden kann. Der Rest kann nicht durch Umweltwärme gedeckt werden, weil in Grundwasserschutzzonen nicht gebohrt werden darf (betrifft schätzungsweise 20 % der Siedlungsflächen) oder weil bei dicht überbauten Gebieten nicht alle Gebäude mit Umweltwärme beheizt werden können (Abzug von rund 25 %). Bei dieser Annahme liessen sich ca. 940 GWh/a aus Umweltwärme gewinnen. Bei einer Jahresarbeitszahl von 4 müssten dafür 232 GWh/a Elektrizität eingesetzt werden. Dies entspricht rund einem Viertel des kantonalen Elektrizitätsverbrauchs im Jahr 2008. Die so gewonnene Wärme kann nur dann uneingeschränkt als erneuerbar gelten, wenn der Strom für den Betrieb der Wärmepumpen erneuerbar produziert wird. Als Folge der technologischen Entwicklung (bzgl. Wärmepumpen und Niedertemperaturheizungen in gut gedämmten Gebäuden) wird sich der Wirkungsgrad der Wärmepumpen in Zukunft verbessern.

Tiefe Geothermie

Im Energiekonzept Innerschwyz wird kein Geothermiepotenzial ausgewiesen, da die geologische Karte für die Region keine nach heutigem Wissen erschliessbaren Schichten zeige (ebs 2007). Diese Schätzung basiert auf einer Schweizerkarte von Häring GeoProject aus dem Jahr 2003.



Figur 19: Geothermie-Karte von Häring GeoProject aus dem Jahr 2003

Ohne eine nähere Analyse der geologischen Voraussetzungen des Kantons Schwyz, kann aber aufgrund der gezeigten Karte das Potenzial zur Nutzung der Geothermie nicht ausgeschlossen werden (zumindest scheint es Orte im Kanton zu geben, an die technische Nutzbarkeit gegeben ist). Eine solche Analyse müsste von einem spezialisierten Geologiebüro vorgenommen werden. Gemäss Auskunft des Büros für Geologische Beratungen Dr. Roland Wyss GmbH müsste etwa eine Woche Arbeit veranschlagt werden, um die vorhandenen Daten aufzubereiten und im Hinblick auf mögliche Geothermienutzungen zu interpretieren. Falls für den Kanton Schwyz die Nutzung tiefer Geothermie eine Option darstellt, sind zu den Möglichkeiten (Standort, Technologien, Vorgehen, Kosten etc.) vertiefte Abklärung vorzunehmen.

Abwärme KVA/ARA/Industrie

Die Nutzung eines Potenzials bei der Kehrlichtverbrennung ist im Kanton nicht möglich, da der Kehrlicht exportiert wird.

Ein ungenutztes ökologisches Potenzial besteht gemäss einer bestehenden Untersuchung beim geklärten Abwasser der fünf grösseren ARA (Müller 1998: «Freienbach» (ARA Höfe), «Schwyz Ingenbohl» (ARA Schwyz), «Lachen» (ARA Untermarch), «Einsie-

deln» (ARA Einsiedeln) und «Buttikon» (ARA Obermarch). Die Abklärungen, die im Jahr 1998 durch Müller vorgenommen wurden, weisen darauf hin, dass theoretisch der Heizwärmebedarf von einem Sechstel aller angeschlossenen Gebäude (rund 50 MW) gedeckt werden könnte. Das langfristig nutzbare Potenzial wird auf 25% dieser Menge geschätzt, was bei 2'000 Volllaststunden rund 25 GWh/a entspricht.

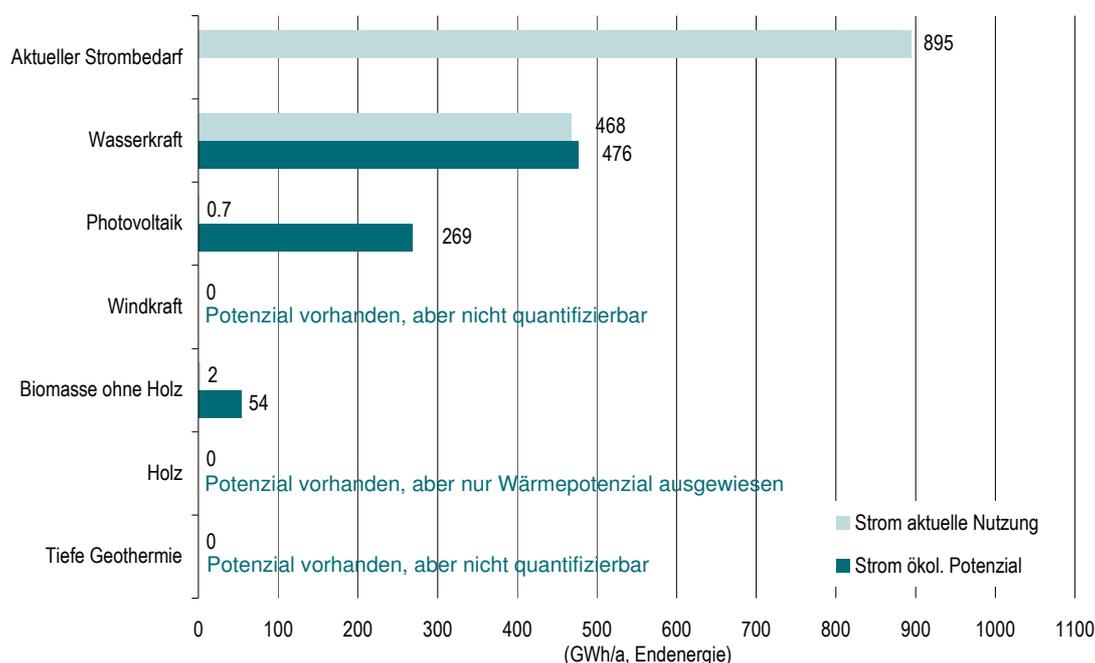
Das Potenzial zur Nutzung der Abwärme des ungeklärten Abwassers in den Kanälen ist nach Auskunft des Amtes für Umweltschutz beschränkt. Die Erfahrung zeigt, dass die Abwasser-Temperaturen, die für die biologischen Prozesse auf den ARA notwendig sind, in der Regel nur sehr knapp erreicht werden. Dies vor allem aufgrund der tendenziell langen Kanalisationsleitungen und einem hohen Fremdwasseranteil. Teilweise sind die Wassertemperaturen im Winter so niedrig, dass bereits ohne Abwärmenutzung eine vollständige Nitrifikation nicht mehr gewährleistet werden kann. Dennoch könnte in den dicht besiedelten Gebieten, wie z.B. der Gemeinde Schwyz vereinzelt nutzbare Potenziale vorhanden sein. Bei Kanalabschnitten mit genügend grossem Durchmesser (in der Regel grösser 600-800 mm), genügend hohen Abwassertemperaturen (ca. 12°C) und einem Trockenwetterabfluss von mindestens 15 l/s könnte in dicht besiedelten Gebieten eine Abwärmenutzung sinnvoll sein (alle Kennwerte stammen aus Müller et al. 2005). Aufgrund der Aussagen des Amtes für Umweltschutz zur prinzipiellen Einschränkung des Potenzials wird hier aber auf eine Quantifizierung eines Potenzials verzichtet.

Zum Potenzial der Abwärmenutzung in Industrie und Gewerbe bestehen bisher keine Schätzungen. Gemäss dem Amt für Umweltschutz kann davon ausgegangen werden, dass ein noch ungenutztes Potenzial zur internen sowie auch der externen Nutzung von Abwärme besteht. Die Erfahrung zeigt allerdings, dass eine externe Nutzung von Abwärme aus Industriebetrieben sehr anspruchsvoll ist, weswegen wir hier von einem eher kleinen Potenzial ausgehen. Wegen den fehlenden Daten beim Amt für Umweltschutz, kann das Potenzial zur Nutzung der Abwärme aus der Industrie hier nicht beziffert werden (die Bezifferung des Potenzials würde eine detaillierte Erhebung bei den in Frage kommenden Betrieben und eine Analyse der Wärmenachfrage in deren Umgebung bedingen).

4.2.2 Ökologische Potenziale im Strombereich

Das grösste ökologische Potenzial für die *Erzeugung von Strom* mit erneuerbaren Energien hat die schon stark genutzte Wasserkraft mit schätzungsweise 476 GWh/a, gefolgt von der Photovoltaik mit 269 GWh/a, welche mit Abstand das grösste noch ungenutzte Potenzial aufweist. Weitere Potenziale bestehen bei der Nutzung von Biomasse ohne Holz (rund 54 GWh/a). Erste Abschätzungen zur Windkraft ergeben ein Nutzungspotenzial, das aber nicht quantifiziert werden kann. Bei der Nutzung der quantifizierten Potenziale könnte die Erzeugung von Strom mit erneuerbaren Energien von heute rund 471 GWh/a auf 800 GWh/a gesteigert werden und somit rund 90 % des heutigen Strombedarfs abdecken.

« Heutige Nutzung und ökologische Potenziale für den Strombereich »



econcept

Figur 20: Vergleich der verschiedenen erneuerbaren Energieträger im Strombereich im Kanton Schwyz. Dargestellt ist die heutige Nutzung (hellgrün) und das ökologische Potenzial (dunkelgrün)

Wasserkraft

Die Wasserkraftnutzung steht im Spannungsfeld des Gewässer-, Arten- und Landschaftsschutzes und der Nutzung als erneuerbare Energiequelle. Die Wasserkraft wird im Kanton Schwyz heute schon intensiv genutzt. Deswegen werden bei der Abschätzung des ökologischen Potenzials (Einhaltung des Gewässerschutzgesetzes) nur heute bekannte neue Anlagenprojekte berücksichtigt, denen nach Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Aspekte eine hohe bis gute Realisierbarkeit zugeschrieben wird. Das noch ungenutzte ökologische Potenzial der Wasserkraft wird für Grosskraftwerke, Kleinkraftwerke und Trinkwasserkraftwerke geschätzt und beläuft sich bei konservativen Annahmen auf ca. 8 GWh/a.

- Die **Grosswasserkraft** (>300 kW) wird im Kanton schon stark genutzt. Für die Abschätzung des ökologischen Potenzials gehen wir davon aus, dass ausser den unten aufgeführten Projekten aus einer Potenzialberechnung des ebs (2008) keine neuen Kraftwerke gebaut werden können. Durch die Erneuerung der bestehenden Kraftwerke kann aber im Durchschnitt – auch bei Berücksichtigung der strengeren Restwasservorschriften – dank effizienteren Technologien und Dotierturbinen eine Effizienzsteigerung von rund 5-9 % erreicht werden (gemäss Laufer et al. 2004, zitiert in BFE 2006). Wegen dem Klimawandel wird aber gleichzeitig angenommen, dass sich die Abflussmengen verändern werden. Gemäss einer Studie der ETH Lausanne (Schaeffli 2005) kann davon ausgegangen werden, dass die verminderten Abflüsse die Wasserkraftproduktion um etwa 7% einschränken werden. Deswegen wird bei der Gross-

wasserkraft kein zusätzliches Potenzial durch Effizienzsteigerungen ausgewiesen. Gemäss einer Potenzialerhebung der ebs aus dem Jahr 2008 könnten zusätzlich mit drei neuen kleineren Kraftwerken (mit Leistungen von 505 kW, 412 kW und 404 kW), denen eine hohe Realisierbarkeit zugesprochen wird, rund 6.61 GWh/a produziert werden. Dabei ist aber unklar, inwiefern ökologische Gesichtspunkte bei der Beurteilung der Realisierbarkeit berücksichtigt wurden. Für die Potenzialschätzung wird deshalb ein leicht geringerer Wert von 5 GWh/a übernommen.

- Im Kanton SZ findet sich eine grosse Zahl stillgelegter **Kleinwasserkraftwerke** (<300 kW), welche die ehemals grosse Bedeutung der Wasserkraftnutzung für das örtliche Gewerbe belegt. Das Inventar stillgelegter Kleinwasserkraftwerke aus dem Jahr 1994 enthält 64 Anlagen mit einer Leistung von insgesamt 888 kW. Eine Studie des ehemaligen Bundesamtes für Wasserwirtschaft vom Februar 1997 kommt zu Schluss, dass im Kanton Schwyz, unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit, eine zusätzliche Energieproduktion von rund 1.3 GWh/a mittels Kleinwasserkraftwerken möglich ist. Laut dem Amt für Wasserbau hat die Einführung der KEV durch den Bund eine rege Planungstätigkeit im Bereich der Kleinwasserkraftwerke ausgelöst. Bei der Beurteilung dieser Projekte ist aber zu berücksichtigen, dass viele die ökologischen Anforderungen nicht zu erfüllen vermögen und aus wirtschaftlichen Gründen nicht realisiert werden können. Gemäss dem Energiekonzept Innerschwyz des ebs (2007) wurde das Kleinwasserkraftpotenzial auf rund 0.8 GWh/a geschätzt (Effizienzsteigerungen bei den bestehenden Anlagen von 8% inkl. Berücksichtigung einzelner Neuanlagen). Nach einer neueren Auswertung des ebs vom Oktober 2008 mit einer Auflistung konkreter Anlagenprojekte können alleine mit den Projekten, denen eine hohe bis gute Realisierbarkeit zugerechnet wird, rund 3.4 GWh/a zusätzlich genutzt werden (11 Kraftwerkprojekte). Da wiederum nicht bekannt ist, inwiefern diese Projekte auch die ökologischen Ansprüche zu erfüllen vermögen, wird ein geringerer Wert von 2 GWh/a für die Potenzialschätzung übernommen.
- Im Netz der Trinkwasserversorgung besteht ein weiteres bisher wenig genutztes Potenzial zur Stromerzeugung in **Trinkwasserkraftwerken**. Da im Kanton SZ viele Gemeinden über beträchtliche Höhenunterschiede verfügen, ist anzunehmen, dass ein nennenswertes Potenzial vorhanden ist. Die Potenzialberechnung des ebs aus dem Jahr 2008 weist bei den projektierten Trinkwasserkraftwerken mit hohen und guten Realisierungschancen insgesamt ein Potenzial von 1.04 GWh/a auf. Weitere Potenzialschätzungen für den gesamten Kanton sind nicht bekannt. Das vom ebs ausgewiesene Potenzial entspricht dem Dreifachen der heutigen Nutzung von 0.332 GWh/a.

Photovoltaik

Im Gegensatz zur Solarthermie ist die Stromproduktion mittels Photovoltaikzellen nicht auf eine unmittelbare Verwendung der Energie beim Erzeuger angewiesen, da die gewonnene Elektrizität ins Stromnetz eingespeist werden kann. Deshalb wird die Stromproduktion durch technische und räumliche Rahmenbedingungen beschränkt und nicht durch die lokalen Nutzungspotenziale. Bis zum heutigen Zeitpunkt gibt es unseres Wis-

sens keine detaillierte Potenzialstudie zum ökologischen Potenzial für die Erzeugung von Strom mittels Photovoltaik im Kanton Schwyz.

Photovoltaikanlagen lassen sich wie Sonnenkollektoren sowohl bei Neubauten als auch bei bestehenden Bauten optisch meist gut in das Gebäude einbinden. Bei der Berechnung des Potenzials wird berücksichtigt, dass nur Dachflächen mit mindestens 80% der maximalen Solareinstrahlung genutzt werden und dass ein Teil der Flächen wegen der Nutzung für die Solarthermie und anderen Gründen wie Denkmal- und Ortsbildschutz nicht genutzt werden kann. Die Berechnung für den Kanton Schwyz kann mittels Vergleichswerten aus bestehenden Untersuchungen durchgeführt werden. Eine Studie des BFE hat beispielsweise für den Kanton Fribourg und die Stadt Zürich untersucht, welcher Anteil des Strombedarfs mittels Photovoltaik (bei Berücksichtigung der oben genannten Einschränkungen) produziert werden könnte. Die Resultate zeigen, dass ländliche Gebiete einen deutlich grösseren Anteil decken können: der Kanton Fribourg könnte rund 50 % des Strombedarfs und die Stadt Zürich rund 16 % des Strombedarfs mit der Photovoltaik decken (BFE 2006). Eine detaillierte Potenzialerhebung für die eher urbane Gemeinde Kilchberg hat bei Berücksichtigung aller Nutzungseinschränkungen ergeben, dass mit Standardmodulen (polykristalline Solarzellen mit einem Wirkungsgrad von ca. 11%) rund 24 % des Strombedarfs der Gemeinde erzeugt werden könnten (econcept 2009).

Für die Potenzialschätzung des Kantons Schwyz ist zu berücksichtigen, dass Beschattungen durch die Berge und Hügel auftreten können. Deswegen gehen wir trotz des ländlichen Charakters nicht davon aus, dass das gleiche Potenzial wie in Fribourg ausgeschöpft werden kann. Stattdessen nehmen wir an, dass im Kanton Schwyz rund 30 % des Strombedarfs mit Photovoltaik gedeckt werden könnte. Damit lässt sich ein Potenzial von rund 269 GWh/a errechnen. Alleine die Nutzung der Dächer der 25 grössten kantonalen Gebäude würde einen jährlichen Stromertrag von 1.45 GWh erlauben (Ménard und Birgi 2009).

Diesen Berechnungen liegt eine jährliche Stromproduktion von rund 110 kWh pro Quadratmeter Solarzellen zugrunde. Dies ist ein eher im unteren Spektrum angesiedelter Schätzwert, der etwa einem Wirkungsgrad von 11 % entspricht. Je nach Solarzellentechnologie kann aber heute schon 19 % der eingestrahlten Energie in Solarstrom umgewandelt werden (neuere monokristalline Photovoltaikzellen). Allerdings könnten auch kostengünstige Dünnschichtzellen eingesetzt werden, die einen Wirkungsgrad von ca. 8 % aufweisen. Noch nicht serienmässig eingesetzte aber erprobte Photovoltaikmodule neuester Technologie, kommen im Labor auf einen Zell-Wirkungsgrad von 35 bis 40 %. Solche Konzentrator-Mehrschichtzellen (Tandem- und Triple-Solarzellen) werden heute vor allem in der Raumfahrt eingesetzt. Die Produktion dieser Hochleistungsphotovoltaikzellen ist für den allgemeinen Gebrauch noch sehr aufwändig und teuer – zeigt aber, dass die technischen Potenziale der Photovoltaik noch nicht ausgereizt sind. Würden im Kanton Schwyz nur Solarzellen mit einem Wirkungsgrad von 19 % installiert (monokristalline Zellen) könnte man über 50 % des Elektrizitätsverbrauchs decken.

Aufgrund der heutigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen (Rücklieferatarife der kosten-deckenden Einspeisevergütung sind mengenmässig beschränkt) kann trotz der hohen sozialen Akzeptanz der Sonnenenergie nicht erwartet werden, dass das ungenutzte Potenzial bis 2050 voll ausgeschöpft werden wird. Wenn die Stromgestehungskosten aber weiter sinken, kann es zu einer beschleunigten Ausschöpfung des Potenzials kommen.

Im Sinne einer dezentralen und effizienten Nutzung von Energie und auch einer idealen Ergänzung von Wärmepumpen zur Nutzung der auf dem Kantonsgebiet nutzbaren Erdwärme ist die Produktion von Strom mittels Photovoltaikzellen eine interessante Option. Allerdings ist dabei zu beachten, dass die PV-Anlagen vor allem im Sommer hohe Erträge generieren, während der Strom für die WP primär im Winterhalbjahr benötigt wird. Das Stromnetz ermöglicht den Ausgleich der zeitlich unterschiedlichen PV-Produktion und WP-Nachfrage. Bei einer geringen Anzahl PV-Anlagen ist dieser Ausgleich problemlos. Bei einem relevanten Anteil PV-Elektrizität gilt dies jedoch nicht mehr und es müssen Investitionen für Ausgleichsmassnahmen vorgenommen werden (Leistungsverstärkungen, Pumpspeicherkraftwerke, Netzbewirtschaftungsmassnahmen wie Smart Grid, etc.).

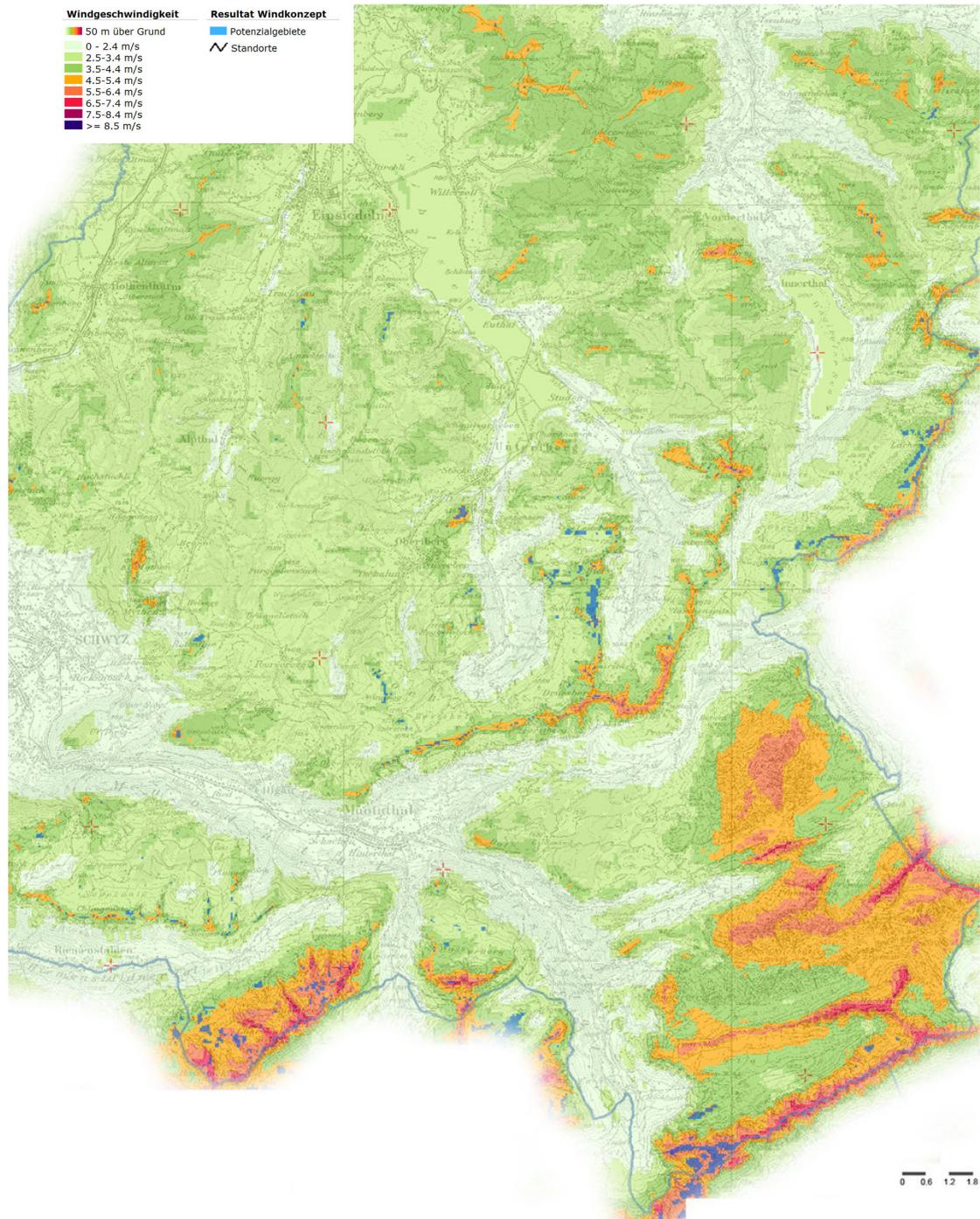
Windkraft

Für den Kanton Schwyz gibt es bisher keine detaillierte Potenzialstudie zur Nutzung von Windkraft. Eine Potenzialstudie, welche vom Windenergieverband Suisse Eole durchgeführt wurde und aktuelle Abschätzungen für potenzielle Standorte in der gesamten Schweiz enthält, zeigt im Kanton einige potenzielle Standorte (Figur 21, blaue Flächen). Ein Zeitungsbericht aus dem Jahr 2007 (SZ vom 15.12.2007) nennt auf Basis der gleichen Grundlage diverse potenzielle Windstandorte: Hoch-Ybrig (Windegg, Laucherenstöckli, Spirstock), Oberiberg (Roggenstock, Bockeggen), Unteriberg (Nollen, Schrot). Weitere Standorte werden für den Bezirk Einsiedeln (Hummel, Bögliegg, Obere Chüeweid, Sattelköppli, Alpärtli) und Alpthal (Furggelenstock) genannt. Diese Auflistung und die Karte mit den eingezeichneten Orten zeigt, dass ein Potenzial zur Nutzung der Windkraft im Kanton Schwyz besteht.

Für die Ermittlung eines konkreten Potenzials müssten aber vor Ort jeweils Windmessungen durchgeführt werden. Das Elektrizitätswerk des Bezirks Schwyz hat z.B. im Jahr 2005 auf der Rothenfluh Windmessungen durchgeführt. Die Ergebnisse der Messungen zeigten, dass an diesem Standort die Windenergie nicht wirtschaftlich genutzt werden kann. Da keine weiteren Grundlagen aus Windmessungen zur Verfügung stehen, kann an dieser Stelle kein Windenergiepotenzial ausgewiesen werden. Potenzielle Standorte müssen zudem mit grösseren Fahrzeugen erreichbar sein und dürfen sich nicht zu nahe am Siedlungsgebiet (je nach Anlagengrösse bedarf es eines Abstandes von 150 bis 300 m) und in Natur- oder Landschaftsschutzzonen befinden.

Damit man sich eine Vorstellung der Grössenordnung des Windenergiepotenzials machen kann, sei hier als Vergleich die Jahresproduktion des grössten Windparks der Schweiz aufgeführt: die 16 Windturbinen auf dem Mont Crosin produzieren jährlich rund 40 GWh.

«Beispiel für Potenzialgebiete der Windkraft im Kanton Schwyz»



Figur 21: Potenzialgebiete für die Nutzung der Windenergie im Kanton Schwyz auf 50 m Nabenhöhe. Blau gefärbt sind die Standorte mit potenziell guten Windverhältnissen für eine energetische Nutzung (Quelle: Suisse Eole 2008)

Biomasse ohne Holz

Für die Berechnung des ungenutzten ökologischen Potenzials von organischer Biomasse ohne Holz wird wie beim Wärmebereich vorgegangen (vgl. Kapitel 4.2.1).

Das Potenzial im Strombereich beträgt demnach rund 51 GWh/a, wenn die gesamte anfallende Abfallbiomasse der Landwirtschaft und der Haushalte, der Lebensmittel- und Fleischverarbeitungsindustrie sowie der Gastronomie genutzt würde. Bei der Betrachtung einer kombinierten Nutzung von landwirtschaftliche Biomasse mit Co-Substraten in mehreren kleineren landwirtschaftlichen Biogasanlagen, beträgt das Strom-Potenzial rund 11 GWh/a. Es sei hier darauf hingewiesen, dass die kombinierte Nutzung der Substrate in wenigen Grossanlagen zur Biogasaufbereitung eine grössere Potenzialausbeute erlaubt (rund 28 GWh/a).

Holz

Die kombinierte Erzeugung von Wärme und Elektrizität in Holzheizkraftwerken ist mittels Vergasung und Nutzung des entstehenden Gases in Motoren oder mittels Verfeuerung in Kombination mit Dampfturbinen möglich. Beide Technologien sind nur bei grösseren Anlagen (ab einigen 100 kW Leistung) wirtschaftlich sinnvoll. Bei der Verwertung von Altholz werden oft kritische Anlagegrössen erreicht, um in Kombination mit Dampfturbinen Strom und Wärme zu produzieren. Dabei wird aber die Verwendung der anfallenden Wärme zunehmend zur Herausforderung, da grosse Wärmeverbunde notwendig werden, um diese zu nutzen. Wir gehen für die vorliegenden Potenzialberechnungen davon aus, dass im Kanton Schwyz kein Potenzial für solche Anlagen besteht, d.h. dass das gesamte Holzpotenzial für Wärmezwecke genutzt wird.

Kleinere Anlagen zur Holzvergasung könnten prinzipiell eingesetzt werden, sind aber erst vereinzelt in Betrieb (z.B. Anlagen der Firma Pyroforce aus dem Raum Luzern in Stans und Güssing). Dies macht klar, dass ein nicht genau bezifferbares ungenutztes Holzverstromungspotenzial besteht.

Tiefe Geothermie

Wie im Kapitel zur Berechnung der Wärmepotenziale (Kapitel 4.2.1) beschrieben, kann aufgrund der mangelhaften Datenlage kein Potenzial ausgewiesen werden.

4.2.3 Zukünftige Entwicklung der ausgewiesenen Potenziale

Die Potenziale an erneuerbaren Energien wurden gemäss heutigen Voraussetzungen und Technologien abgeschätzt. Man kann davon ausgehen, dass sich diese in Zukunft - zumindest teilweise - verändern werden. Solche Veränderungen mit Auswirkung auf das in den vorangehenden Kapiteln berechnete Potenzial zur Nutzung erneuerbarer Energieträger, sind in der folgenden Tabelle qualitativ abgeschätzt.

Energieträger	Indikator	Veränderung des ökologischen Potenzials	Weitere relevante Einflussgrössen	Zukünftige Veränderung
Holz	<ul style="list-style-type: none"> - Waldfläche - Nachwachsende Menge Holz - Nutzung der nachwachsenden Menge Holz (Stammholz, Industrieholz, Energieholz) 	<ul style="list-style-type: none"> - Waldfläche ungefähr konstant - Mögliche Verschiebung der Nutzung des Holz - Nutzung für Wärme und Strom 	<ul style="list-style-type: none"> - Akzeptanz Holzheizungen in Wohngebieten (Emissionen) - Wirkungsgrad der Anlagen 	

Energieträger	Indikator	Veränderung des ökologischen Potenzials	Weitere relevante Einflussgrössen	Zukünftige Veränderung
Biomasse (ohne Holz)	<ul style="list-style-type: none"> – Anzahl Einwohner – Zusammensetzung des Abfalls (höhere Abfalltrennungsrate) – Arbeitsplätze in Betrieben mit biogenen Abfällen 	<ul style="list-style-type: none"> – Leichte Bevölkerungszunahme – Leichte Erhöhung des Anteils der Separatsammlung 	<ul style="list-style-type: none"> – Wirkungsgrad der Anlagen 	
Landwirtschaftliche Biomasse	<ul style="list-style-type: none"> – Anzahl Betriebe – Anzahl GVE – Nötiger Anteil Co-Substrate 	<ul style="list-style-type: none"> – Betriebe: Tendenz sinkend – GVE: Tendenz stagnierend 	<ul style="list-style-type: none"> – Anteil Co-Substrate bleibt konstant – Wirkungsgrad der Anlagen 	
Sonne	<ul style="list-style-type: none"> – Sonneneinstrahlung – Besiedelte Fläche 	<ul style="list-style-type: none"> – Sonneneinstrahlung bleibt gleich – Besiedelte Fläche nimmt ev. leicht zu – Wirkungsgrad der Anlagen steigt 	<ul style="list-style-type: none"> – Höhere soziale Akzeptanz und verbesserte Wirtschaftlichkeit – Technische Lösungen für Integration in Gebäude werden besser 	
Umweltwärme	<ul style="list-style-type: none"> – Wärmebedarf – Strombedarf 	<ul style="list-style-type: none"> – Keine Veränderung im ökologischen Potenzial – Nutzung abhängig von der Nachfrage 	<ul style="list-style-type: none"> – Wirkungsgrad WP → Verringerung des Strombedarfs 	Bei abnehmender Nachfrage Ausschöpfung rückläufig
Abwärme	<ul style="list-style-type: none"> – Menge Abwasser – Anzahl Industriebetriebe – Siedlungsgebiet um Abwärmequellen 	<ul style="list-style-type: none"> – Bevölkerungszunahme (Abwasser) – Konstante Anzahl Industriebetriebe 		
Tiefe Geothermie	<ul style="list-style-type: none"> – Geologie – Technologie 	<ul style="list-style-type: none"> – Keine Aussage möglich 		Keine Aussage möglich

Tabelle 9: Mögliche zukünftige Veränderungen der Energie-Potenziale

Insgesamt kann nach heutigem Wissen davon ausgegangen werden, dass die Potenziale in der Tendenz zunehmen werden. Bei der Nutzung der Umweltwärme kann das Potenzial wegen dem abnehmenden Wärmebedarf der Gebäude in Zukunft weniger genutzt werden. Verbesserungen der Wirkungsgrade (WP-Technik, niedrige Vorlauftemperaturen) werden zusätzlich dafür sorgen, dass der Strombedarf abnehmen wird. Beim Potenzial der Sonnenergie kann bei geringerem Wärmebedarf im Gebäudebereich eine Konzentration auf die Warmwasseraufbereitung und eine Verschiebung hin zur Produktion von Elektrizität stattfinden.

5 Referenzentwicklung 2050

5.1 Grundannahmen

Die Abschätzung der Referenzentwicklung bis ins Jahr 2050 wird auf Basis von *Szenario II "Preise Hoch"* und *"Klima wärmer"* der Energieperspektiven des BFE (2007) vorgenommen. Dieses Szenario beschreibt eine Entwicklung «weiter wie bisher»²⁵. Es findet somit kein Paradigmenwechsel statt, aber eine verstärkte Ausschöpfung wirtschaftlicher Potenziale. Dieses Szenario entspricht am besten den heute gegebenen Tatsachen und wird deswegen für die Abschätzung der Massnahmenwirkungen als Referenz verwendet. Nachfolgend werden die wichtigsten politischen Annahmen, auf welchen das Szenario II beruht, zusammengefasst:

- CO₂-Abgabe in der Höhe von 35 CHF/t auf Brennstoffe ab 2006, als reine Lenkungsabgabe
- Befreiungsmöglichkeiten durch Zielvereinbarungen in den Sektoren Industrie und Dienstleistungen
- Klimarappen auf Treibstoffe mit einem Aufkommen von ca. 100 Mio. CHF/a, davon 70 Mio. CHF/a zur Umsetzung von CO₂-Reduktionsmassnahmen und 30 Mio. CHF/a für den Kauf von CO₂-Zertifikaten
- Stromrappen auf Stromprodukte mit 50 Mio. CHF/a für die Förderung von Strom-Effizienzmassnahmen
- Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien über eine Umlage mit einem Budget von 330 Mio. CHF/a
- Transaktionsinstrumente insbesondere zur Initiierung von Kooperationen zwischen verschiedenen Branchen und Akteuren, um Organisationshemmnisse zu überwinden und Effizienzpotenziale zu aktivieren
- Bonus/Malus-System für energieeffiziente Fahrzeuge
- Fiskalische Förderung alternativer Treibstoffe
- Elektrizitätserzeugung: Bis 2030 bis zu 18.7 TWh/a Importe, ab 2031 zwei neue EPR-KKW-Blöcke mit einer Leistung von je 1'600 MW.

In Szenario II der Energieperspektiven werden sowohl zwischen Politik und Wirtschaft als auch zwischen verschiedenen Branchen (z.B. Energiewirtschaft und Dienstleistungssektor) und bislang nicht aktiv kooperierenden Akteuren Kooperationen zur Verstärkung der Energieeffizienz vorangetrieben.

²⁵ Das Szenario I der Energieperspektiven «Weiter wie bisher» entspricht bereits nicht mehr den heutigen Rahmenbedingungen.

Die Energieperspektiven des Bundes schätzen die Entwicklung bis im Jahr 2035. Die Perspektiven werden daher bis ins Jahr 2050 weiterentwickelt. Dazu wird der mittlere mittelfristige Trend der Entwicklung weitergeführt. Diese Weiterentwicklung beruht nicht auf den komplexen Modellannahmen der Energieperspektiven, ist mit diesen jedoch kohärent.

Für die Berechnung der Referenzentwicklung werden die gesamtschweizerischen Zahlen betreffend Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung für den Kanton Schwyz angepasst. Folgende Tabelle zeigt, welche Faktoren in die Berechnung eingeflossen sind:

Sektor	Kantonsspezifische Korrektur der Schweizer Durchschnittswerte für das Referenzszenario
Haushalte	Bevölkerungswachstum bis 2050 auf 116% (Basis: 2010) ²⁶ . Dies liegt rund 18% über den Annahmen der Energieperspektiven des Bundes.
Wirtschaft	Wirtschaftswachstum bis 2050 auf 137% (Basis 2010). Dies liegt rund 6% über den Annahmen der Energieperspektiven des Bundes.
Verkehr	Berücksichtigung des Bevölkerungswachstums im Kanton Schwyz.

Tabelle 10: Einflussfaktoren für die Abschätzung des Endenergieverbrauches im Jahr 2050

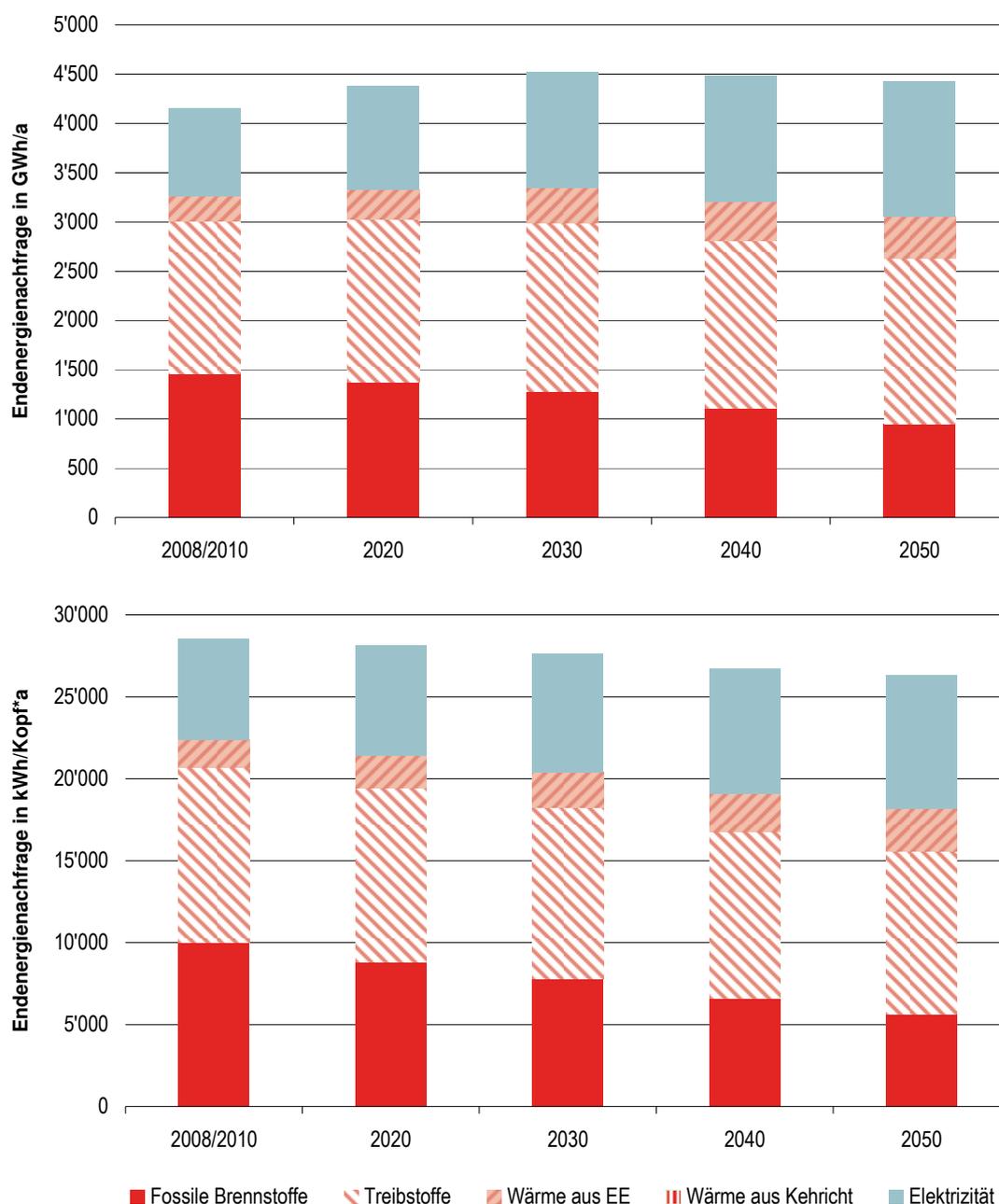
5.2 Referenzentwicklung der Energienachfrage

Mit den oben beschriebenen Annahmen wird die Gesamtenergienachfrage aufgrund der Bevölkerungs- und der Wirtschaftsentwicklung im Kanton Schwyz im Referenzszenario auf rund 110% des Ausgangswertes ansteigen (vgl. nachfolgende Figur). Die Zunahme der Energienachfrage ist bei den erneuerbaren Energien und im Strombereich am deutlichsten: Die Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmebereich wird von aktuell 250 GWh/a auf rund 427 GWh/a steigen, im Strombereich wird ein Anstieg von heute 895 GWh/a auf rund 1'371 GWh/a im Jahr 2050 erwartet. Die Nachfrage nach fossilen Brennstoffen wird als einzige zurückgehen. Dies von 1'460 GWh/a auf 948 GWh/a im Jahr 2050. Bei den Treibstoffen wird ein leichtes Wachstum von aktuell 1'550 auf 1'682 GWh/a erwartet.

Im Gegensatz dazu wird der Energiebedarf pro Kopf bei der zugrunde gelegten Referenzentwicklung insgesamt auf 95% des Ausgangswertes abnehmen. D.h. insgesamt wird von einer gesteigerten Energieeffizienz ausgegangen. Die folgende Figur zeigt im oberen Bild die Entwicklung der Gesamtenergienachfrage und im unteren Bild die Entwicklung der Pro-Kopf-Energienachfrage im Kanton Schwyz je Energieträger bis im Jahr 2050.

²⁶ Gemäss BFS Szenario AR-00-2005/09 für den Kanton Schwyz

«Referenzentwicklung der gesamten Endenergienachfrage (oben) und der Pro-Kopf-Endenergienachfrage (unten) im Kanton Schwyz»

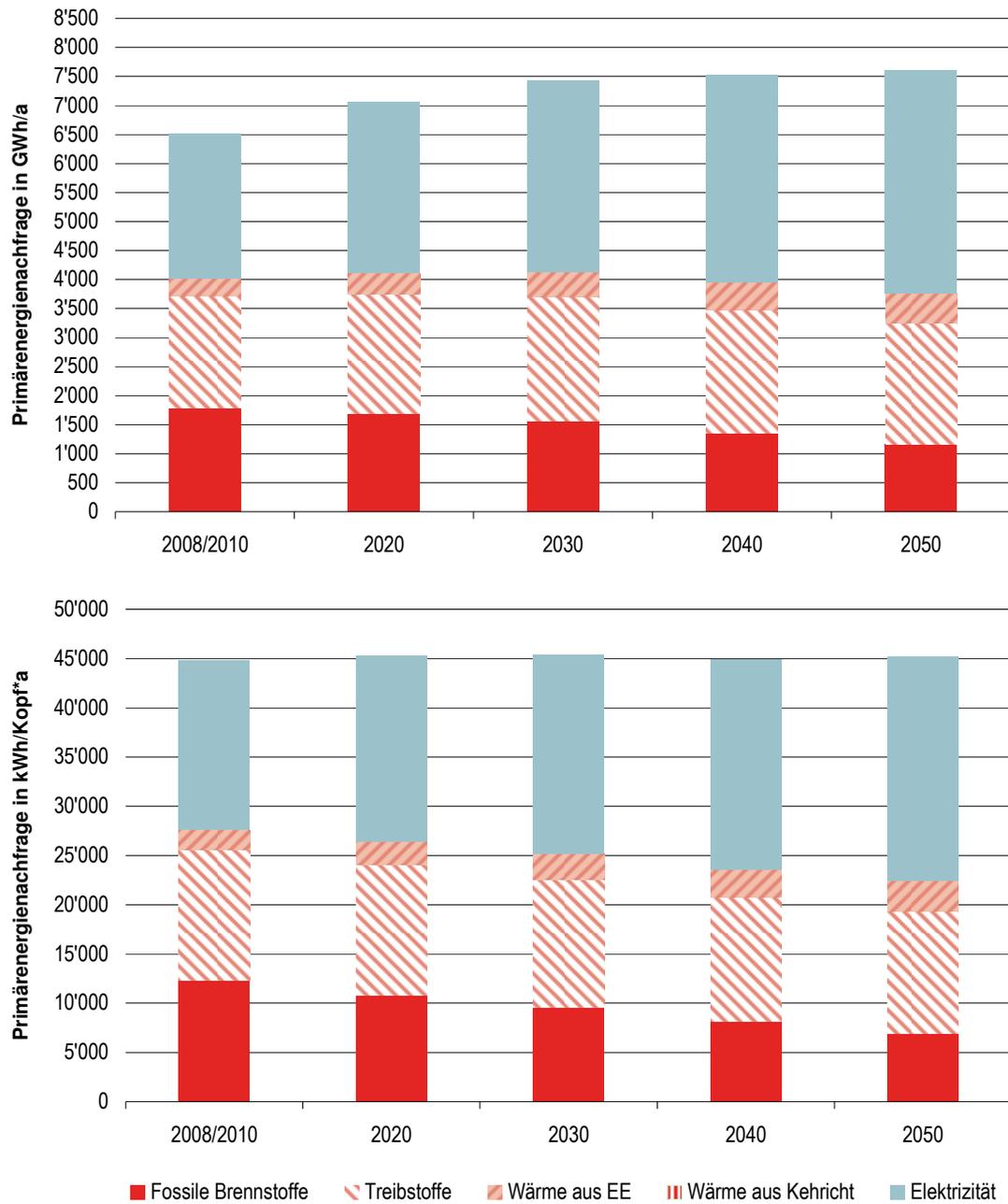


econcept

Figur 22: Referenzentwicklung der gesamten *Endenergienachfrage* und der Pro-Kopf-*Endenergienachfrage* im Kanton Schwyz auf Basis eines für den Kanton angepassten Szenarios II der Energieperspektiven des Bundes

Die Umrechnung des Endenergieverbrauchs in Primärenergie zeigt eine Zunahme des gesamten Primärenergieverbrauch auf 120 % des Wertes aus dem Jahr 2008. Dieser Wert liegt vor allem deswegen höher, weil die Elektrizität mit einem hohen Primärenergiefaktor von 2.85 (gilt für 2008) gewichtet wird und in Zukunft eine deutlich wichtigere Rolle spielen wird. Die folgende Figur zeigt die Referenzentwicklung auf Stufe Primärenergie.

«Referenzentwicklung der gesamten Primärenergienachfrage (oben) und der Pro-Kopf-Primärenergienachfrage (unten) im Kanton Schwyz»



econcept

Figur 23: Referenzentwicklung der gesamten *Primärenergienachfrage* und der *Pro-Kopf-Primärenergie-nachfrage* im Kanton Schwyz auf Basis eines für den Kanton angepassten Szenarios II der Energieperspektiven des Bundes. Für die Berechnung der *Primärenergienachfrage* wurden die Faktoren des Jahres 2008 verwendet

6 Vision, Ziele und Schwerpunkte der Energiestrategie

6.1 Vision

Im Kanton Schwyz wird eine sichere, sparsame, effiziente und umweltschonende Energieversorgung angestrebt. Diese ermöglicht eine nachhaltige Entwicklung von Wirtschaft und Gesellschaft. Dazu ist eine starke Reduktion des Einsatzes fossiler Energieträger und der CO₂-eq Emissionen sowie eine weitgehende Nutzung der Potenziale erneuerbarer Energien und der Energieeffizienz notwendig.

Langfristig strebt der Kanton mit seiner Energiepolitik die Zielsetzungen der 2000-Watt-Gesellschaft an, welche auf den wissenschaftlichen Erkenntnissen des Weltklimarats IPCC²⁷ beruhen. Der Bundesrat hat das Konzept der 2000-Watt-Gesellschaft im Jahr 2002 zur Zielvorgabe der langfristigen Energie- und Klimapolitik der Schweiz gemacht. Die Eindämmung der Klimaerwärmung²⁸, die Verknappung der einfach zugänglichen Erdölvorräte (Peak Oil) sowie die zunehmende Konzentration der verbleibenden Vorräte an Erdöl und Erdgas auf wenige Länder (geopolitische Risiken und Abhängigkeiten) sind wichtige Gründe für die Wahl der 2000-Watt-Vision. Zusätzlich wird damit auch die Gerechtigkeitsfrage thematisiert: damit eine weltweit gerechte Nutzung der knappen Ressourcen und auch eine gerechte Verteilung der CO₂-Emissionen pro Kopf möglich wird, muss der Verbrauch nichterneuerbarer Energieressourcen in Ländern mit hohem Lebensstandard massiv reduziert werden. Wenn die Energieeffizienz massiv gesteigert und der Einsatz erneuerbarer Energien zum Ersatz fossiler Energieträger stark ausgedehnt wird, ist dies möglich ohne den Wohlstand zu verringern.

Die Vision der 2000-Watt-Gesellschaft beinhaltet eine doppelte Zielsetzung: Wie das IPCC dargelegt hat, sollen einerseits die CO₂-Emissionen auf 1 Tonne pro Kopf und Jahr reduziert werden (weitgehende Entkarbonisierung der Gesellschaft bzw. Substitution fossiler Energieträger durch erneuerbare Energieträger) und andererseits soll die verfügbare Energie sehr viel effizienter eingesetzt werden. Die Emission von 1 Tonne CO₂ pro Kopf und Jahr entspricht derjenigen Emission, die durch eine ständige Verbrennung von fossilen Energieträgern (Öl, Gas) bei einer Leistung von 500 Watt erzeugt wird (Zimmermann et al. 2005). Die Differenz zwischen der fossil erzeugten Leistung von 500 Watt

²⁷ IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change oder UN-Klimarat; eine zwischenstaatliche Sachverständigengruppe zum Klimawandel, welche von den Vereinten Nationen eingesetzt wurde. Hintergrund der Forderungen des IPCC ist die Tatsache, dass die jährliche CO₂-Emissionen nicht über 10 Gigatonnen (Gt) weltweit liegen dürfen, damit innerhalb der nächsten einhundert Jahre der Temperaturanstieg infolge des Treibhauseffekts weltweit auf 2°C begrenzt bleibt (IPCC 2007). Dieser Anstieg um 2°C gilt als hinreichend tolerierbar für Mensch und Ökosysteme. Bei einer angenommenen zukünftigen Weltbevölkerung von 10 Mrd. Menschen ergibt sich aus den 10 Gt weltweit 1 Tonne CO₂-Emissionen pro Kopf und Jahr.

²⁸ Es wird davon ausgegangen, dass die Erhöhung der globalen Durchschnittstemperaturen 2°C nicht überschreiten darf. Andernfalls, so schreibt der Bundesrat in der Strategie «Nachhaltige Entwicklung: Leitlinien und Aktionsplan 2008-2011», drohen «katastrophale Auswirkungen für den Menschen» (ARE 2008). Damit dieses Ziel erreicht werden kann, müssen die globalen Treibhausgasemissionen bis ins Jahr 2050 massiv gesenkt werden: Im neusten IPCC Report wird aufgezeigt, dass eine Begrenzung der Erwärmung auf 2 bis 2.4 Grad eine weltweite Reduktion der CO₂-Emissionen um 50 bis 85% verlangt (IPCC 2007:67). An der Klimakonferenz in Kopenhagen vom Dezember 2009 wurde die 2-Grad-Grenze von den meisten Staaten anerkannt (der Copenhagen Accord wurde von mehr als 115 Staaten unterzeichnet).

und den 2000 Watt des Ziel-Verbrauchswerts soll mit erneuerbaren Energien bereitgestellt werden. Eine permanente Leistung von 2000 Watt entspricht einem Primärenergie-Jahresverbrauch von 17'500 kWh pro Kopf und beziffert diejenige Leistung, die in Zukunft für alle Bereiche des Lebens (wie Wohnen, Konsum, Mobilität und Infrastruktur) pro Person maximal eingesetzt werden soll.

Energiepolitische Vision des Kantons Schwyz:

Im Kanton Schwyz soll langfristig die Vision der 2000-Watt-Gesellschaft verwirklicht werden. Damit werden folgende Zielsetzungen angestrebt:

- Die Verwirklichung der energie- und klimapolitischen Vision führt zur Verringerung der Risiken einer Abhängigkeit von importierten Rohstoffen und soll regionalwirtschaftliche Wachstumsimpulse auslösen.
- Die Potenziale zur Energieeinsparung und zur Steigerung der Energieeffizienz werden weitgehend genutzt, so dass langfristig im Gebäudebereich praktisch keine fossilen Energieträger mehr eingesetzt werden müssen.
- Die kantonalen Potenziale erneuerbarer Energien (vor allem Biomasse, Sonnenenergie, Umweltwärme und Wasserkraft) werden genutzt, so dass der verbleibende Energiebedarf damit möglichst gedeckt werden kann.
- Der Kanton wirkt in seinem eigenen Handlungsbereich, d.h. bei kantonalen Gebäuden, Ver- und Entsorgungsinfrastrukturen sowie mit der kantonalen Verwaltung als Vorbild. Damit demonstriert der Kanton, wie die anvisierten Langfristziele erreicht werden können.

Die Umsetzung der Vision der 2000-Watt-Gesellschaft stellt eine grosse Herausforderung dar. Sie wird zurzeit von verschiedenen Kantonen angestrebt, darunter LU, TG, BE, BS, AR, UR und AG. Ferner haben die Städte Zürich, Genf, Basel, Luzern, St. Gallen und Schaffhausen die Vision der 2000-Watt-Gesellschaft in ihre energiepolitischen Programme aufgenommen.

6.2 Zielsetzungen

Für die zukünftige Energiestrategie des Kantons Schwyz werden quantitative Ziele für den Zeitraum bis 2020 vorgeschlagen. Diese Ziele markieren eine erste Etappe auf dem Pfad der Vision der 2000-Watt-Gesellschaft. Dafür wird angenommen, dass in Übereinstimmung mit den schon bestehenden Zielpfaden von Energiestadt, energieschweiz, und novatlantis bis im Jahr 2050 schweizweit ein Primärenergiebedarf von 3500 Watt pro Kopf und *energiebedingte* CO₂-eq Emissionen (ohne Landwirtschaft) von 2 t pro Kopf erreicht werden sollen (Energiestadt 2010).

Für den Kanton Schwyz wird anhand dieser Vorgaben von Energiestadt (2010) ausgehend vom Basisjahr 2008 folgender Ziel-Pfad je Energieträgergruppe berechnet:

Primärenergieverbrauch	2008	2015	2020	2035	2050	2000-W-Gesellschaft
Strom	100%	97%	95%	81%	74%	43%
Fossile Brennstoffe	100%	85%	72%	40%	12%	6%
Erneuerbare und Umweltwärme	100%	170%	208%	324%	370%	278%
Fossile Treibstoffe (inkl. Kerosin)	100%	83%	76%	55%	37%	12%
TOTAL	100%	92%	88%	71%	57%	32%
Watt pro Kopf Kanton SZ	5'193	4'800	4'547	3'705	2'947	1'684

Tabelle 11: Ziel-Pfad mit Zwischenzielen für den Primärenergieverbrauch im Kanton Schwyz

Auf den ersten Blick mag es erstaunen, dass der Pro-Kopf-Wert im Kanton Schwyz im Zielzustand unter 2000-Watt liegt. Das hat damit zu tun, dass die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft für die gesamte Schweiz gelten. Deswegen werden die für die Schweiz gültigen Reduktionsfaktoren auf den tieferen Ausgangswert des Kantons angewendet. Das heisst, die Differenz zu 2000-Watt pro Kopf wird im Prinzip durch den Import aus Regionen mit energieintensiverer Wirtschaftsstruktur und durch Energieverbräuche, die nur gesamtschweizerisch erfasst werden (Tanktourismus und Güterverkehr) aufgefüllt.

Mit den selben Angaben wie für die Berechnung des Primärenergieverbrauchs wird auch der Ziel-Pfad für die CO₂-eq-Emissionen des Kantons Schwyz berechnet:

Primärenergiebedingte CO ₂ -eq-Emissionen	2008	2015	2020	2035	2050	2000-W-Gesellschaft
Strom	100%	81%	67%	42%	17%	17%
Fossile Brennstoffe	100%	87%	77%	43%	11%	6%
Erneuerbare und Umweltwärme	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Fossile Treibstoffe (inkl. Kerosin)	100%	84%	77%	57%	34%	11%
TOTAL	100%	85%	76%	50%	24%	12%
Tonnen CO₂-eq Pro Kopf Kanton SZ	6.7	5.7	5.1	3.4	1.6	0.8

Tabelle 12: Ziel-Pfad mit Zwischenzielen für die energiebedingten CO₂-eq-Emissionen im Kanton Schwyz

Wiederum fällt auf, dass der Zielwert für den Kanton Schwyz mit 0.8 t CO₂-eq pro Kopf tiefer liegt als die gesamtschweizerische Zielsetzung von 1 t pro Kopf und Jahr. Wie oben schon für die Primärenergieziele erklärt, ergibt sich diese Differenz aus dem Import von Leistungen aus energieintensiveren Regionen und durch nur gesamtschweizerisch erfasste CO₂-eq Emissionen.

Aktuell wird EU-weit bis ins Jahr 2020 eine Reduktion der CO₂-Emissionen um 20-30 Prozent gegenüber den Werten von 1990 angestrebt. Da seit 1990 eine kleine Reduktion der THG-Emissionen stattfand (Minus 3 % für den Zeitraum 1990-2008) übertreffen die Zielsetzungen von Energiestadt (2010) die 30-Prozent Zielsetzung der EU um etwa 4 %.

Anhand der in Tabelle 11 und Tabelle 12 aufgezeigten Ziel-Pfade für den Kanton Schwyz, können folgende Ziele für das Jahr 2020 abgeleitet werden:

Zielsetzungen für den Gesamtenergieverbrauch im Kanton SZ bis 2020:

- Für den Primärenergieverbrauch von Elektrizität wird bezogen auf das Jahr 2008 eine Reduktion des Stromverbrauchs von mindestens 5 % angestrebt. Der Endenergieverbrauch von Elektrizität soll in der gleichen Zeitspanne nicht stärker als 10 % zunehmen. Die Primärenergiezielsetzung kann einerseits durch eine Erhöhung des Anteils von erneuerbarer Elektrizität im Strommix und andererseits durch eine Steigerung der Stromeffizienz erreicht werden.*
- Für den Primärenergieverbrauch fossiler Brennstoffe und für die primärenergiebedingten THG-Emissionen (CO₂-Äquivalente) wird eine Reduktion von mindestens 25 % gegenüber dem Jahr 2008 angestrebt (ohne Verkehr).**
- Für die Nutzung von erneuerbarer Wärme und Umweltwärme wird bis 2020 mindestens eine Verdoppelung angestrebt. D.h. der Anteil der erneuerbaren Wärme am Gesamtendenergieverbrauch soll von ca. 6 % im Jahr 2008 auf mindestens 12 % im Jahr 2020 erhöht werden (Bezogen auf Primärenergie betrifft dies eine Steigerung von 5 % auf über 10 %).*

Aufgrund des kantonalen Handlungsspielraums und der Aufgabenteilung zwischen Bund und Kantonen sind jeweils die folgenden Beiträge des Kantons an die Zielsetzungen möglich:

** Grosser Beitrag des Kantons zum Erreichen des Ziels möglich.

* Mittlerer Beitrag des Kantons zum Erreichen des Ziels möglich.

Die Zielsetzungen für den gesamten Kanton können nicht alleine durch Massnahmen des Kantons erreicht werden, da die Aktivitäten des Bundes aufgrund der bestehenden Kompetenz- und Aufgabenteilung zwischen Bund und Kantonen einen relevanten Einfluss haben. So kann etwa nur der Bund gesetzliche Vorgaben zum maximalen Energieverbrauch von Geräten und Fahrzeugen machen. Im Bereich der Stromversorgung kann der Kanton jedoch auch mit eigenen Aktivitäten massgeblich zur Erreichung dieser Ziele beitragen.

Im eigenen Kompetenzbereich des Kantons (Verwaltung) werden wegen der Vorbildwirkung etwas strengere Zielsetzungen übernommen. Dabei wird auf die folgenden Empfehlungen von Energiestadt (2010) abgestützt. Die Zielsetzungen von Energiestadt (2010) sind insofern anspruchsvoller als dass bei Stromverbrauch auf Stufe Endenergie eine Absenkung um 5 % bis 2020 verlangt wird und dass rund die Hälfte des Wärmebedarfs sowie 100 % des Strombedarf mit erneuerbaren Energien, Abwärme oder Abfällen gedeckt werden soll.

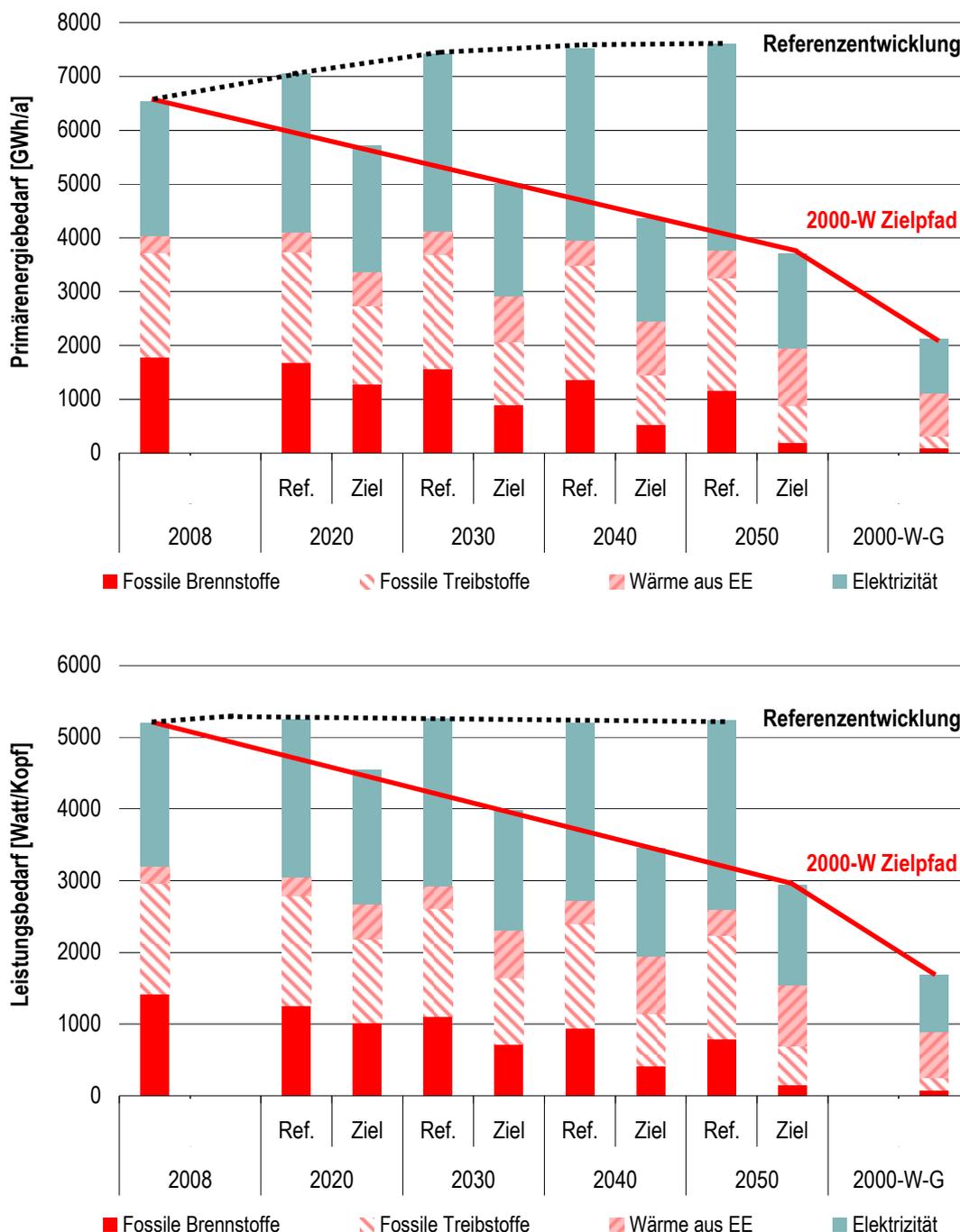
Energieeffizienz	2005	2020	2035	2050	Bemerkungen
Raumwärme und Warmwasser	100%	75%	55%	40%	Nutzenergie, inkl. genutzte Solar- und Umweltwärme
Stromverbrauch	100%	95%	90%	80%	Endenergie, inkl. Elektrowärme, inkl. Elektromobilität (PW's, Trams, Trolleybusse)
Fossile Treibstoffe	100%	78%	56%	33%	Energiebedarf der Motorfahrzeuge als Endenergie.
Erneuerbare Energien Abwärme / Abfälle		2020	2035	2050	Bemerkungen
Raumwärme und Warmwasser, Anteil am Gesamtwärmeverbrauch		50%	75%	80%	Inkl. genutzte Umwelt- und Solarwärme.
Strom aus erneuerbaren Energien oder Abfällen		100%	100%	100%	Eingekauft (Qualität naturemade star oder gleichwertig) oder lokal produziert und lokal genutzt (Mehrwert bleibt in der Gemeinde) aus neuen, erneuerbaren Quellen

Tabelle 13: Zielsetzungen für die kantonseigenen Gebäuden und Anlagen gemäss Energiestadt (2010)

6.3 Handlungsschwerpunkte

Die Handlungsschwerpunkte der Energiestrategie ergeben sich aus einem Vergleich der Ausgangslage, der Referenzentwicklung und der Langfristzielsetzungen. Dieser wird nachfolgend für den Primärenergieverbrauch und die CO₂-eq-Emissionen gezeigt.

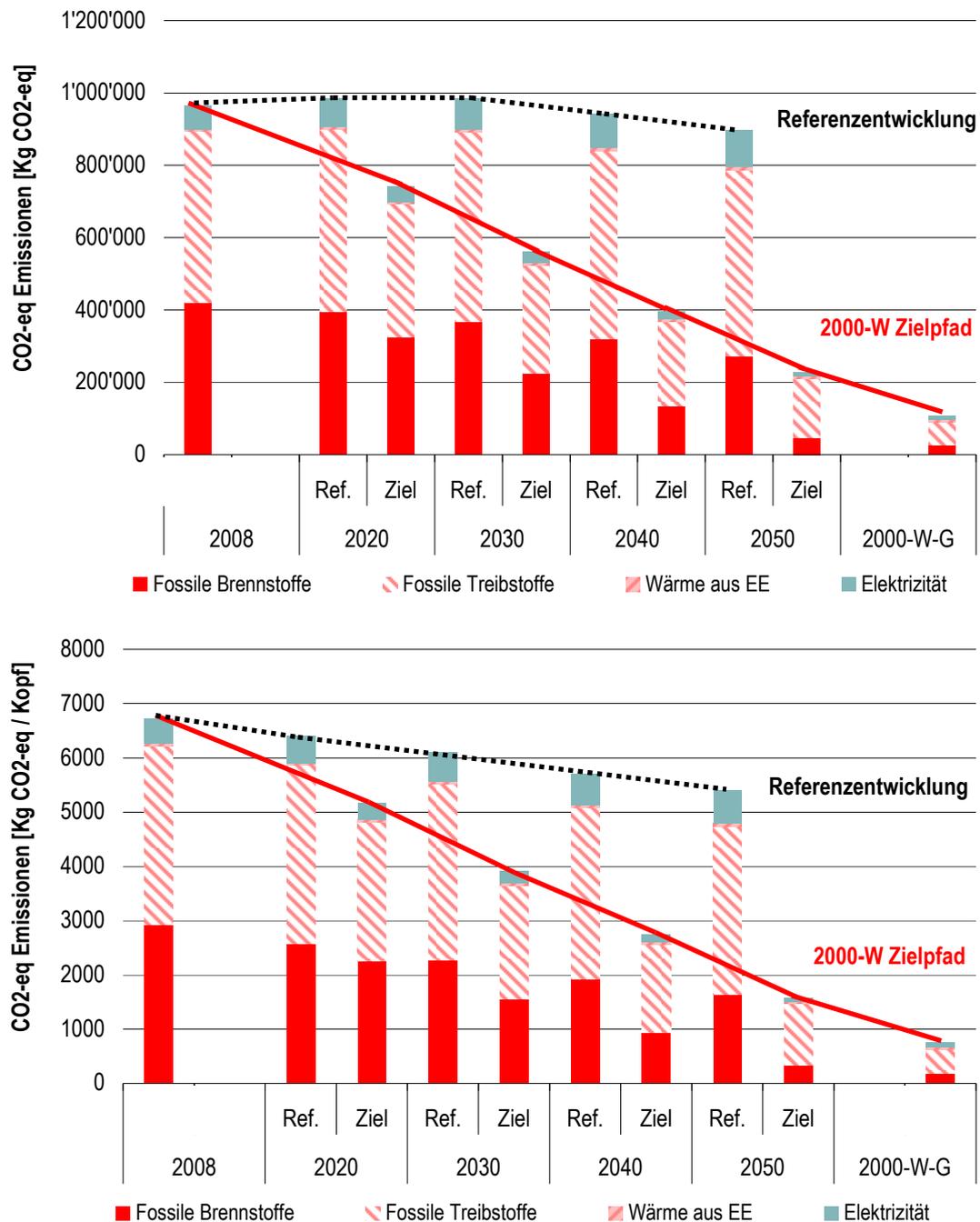
«Ausgangslage, Referenzentwicklung und Langfristzielsetzungen: Primärenergie»



econcept

Figur 24: Vergleich des Ist-Zustandes (2008), der Referenzentwicklung bis 2050 und des Zielpfades der 2000-Watt-Vision für den gesamten Primärenergieverbrauch in GWh/a (oben) und den Pro-Kopf-Primärenergie-Leistungsbedarf (unten) im Kanton Schwyz

«Ausgangslage, Referenzentwicklung und Langfristzielsetzungen: CO₂-Ausstoss»



econcept

Figur 25: Vergleich des Ist-Zustandes (2008), der Referenzentwicklung bis 2050 und des Zielpfads der 2000-Watt-Vision für die primärenergiebedingten CO₂-eq-Emissionen in kg CO₂-eq (oben) und die Pro-Kopf- CO₂-eq-Emissionen (unten) im Kanton Schwyz

Der Vergleich zeigt deutlich, dass auf Ebene des Primärenergieverbrauchs die **Elektrizität** am meisten ins Gewicht fällt. Sowohl die Förderung einer erneuerbaren Stromproduktion als auch der Stromeffizienz können hier als Ansatzpunkte genannt werden.

An zweiter Stelle kann die Verringerung des **Brennstoffverbrauchs** durch Effizienz oder durch Substitution mit erneuerbaren Energien genannt werden.

Auf Ebene des CO₂-Ausstosses fällt neben den Treibstoffen an erster Stelle die verbleibende Reduktion der fossilen Brennstoffe ins Gewicht. Auftragsgemäss wird der Bereich der Mobilität in dieser Studie nicht bearbeitet und wird deswegen in den Handlungsschwerpunkten nicht erwähnt. Aus Sicht des Verbrauchs fossiler Energieträger und der CO₂-Emissionen sollte der Mobilitätsbereich in Zukunft einbezogen werden, da ohne diesen die Zielsetzungen der Vision der 2000-Watt-Gesellschaft nicht erreicht werden können.

Zusammen mit den Erkenntnissen aus den Potenzialanalysen zur Steigerung der Energieeffizienz und der Nutzung erneuerbarer Energien im Strom und im Wärmebereich können folgende energiepolitische Schwerpunkte abgeleitet werden:

5 **Elektrizität:** Die Referenzentwicklung zeigt, dass ohne zusätzliche Massnahmen im Strombereich sowohl die kurz- als auch langfristigen Ziele verfehlt werden. Zusätzlich geht die Tendenz dahin, dass im Wärmebereich vermehrt Stromanwendungen zum Tragen kommen. Um dennoch auf den Zielpfad zu kommen, braucht es Massnahmen in folgenden Bereichen:

5.1 Steigerung der Stromeffizienz bei allen StromverbraucherInnen.

5.2 Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger und der Wärmekraftkopplung zur Stromproduktion (Nutzung von Holz zur Produktion von Strom und Wärme, Nutzung des Sonnenenergiepotenzials zur Erhöhung der Solarstromproduktion und Nutzung von Erdgas und Biogas zur Produktion von Strom und Wärme, wenn keine Gaseinspeisung möglich ist).

6 **Wärme:** Die Referenzentwicklung zeigt, dass der Brennstoffverbrauch in Zukunft sinken wird. Ohne zusätzliche Massnahmen wird aber der Zielpfad verfehlt, weswegen Massnahmen in folgenden Bereichen vorgeschlagen werden:

6.1 Steigerung der Energieeffizienz im Wärmebereich beim Gebäudepark.

6.2 Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger im Wärmebereich (Nutzung von Holz für die Produktion von Strom und Wärme, Nutzung des Sonnenenergiepotenzials im Wärmebereich und Nutzung von Biomasse (ohne Holz) zur Produktion von Strom und Wärme, wenn keine Gaseinspeisung möglich ist).

6.3 Förderung der Nutzung von erneuerbaren Energien und Abwärme mittels kantonalen Planungsinstrumenten (bspw. kantonaler Energierichtplan) und verstärkter Zusammenarbeit mit den Gemeinden.

7 **Aus- und Weiterbildung, Information, Kommunikation und Beratung:** Dies ist ein Querschnittsbereich, der einzelne Massnahmen in den genannten Schwerpunkten unterstützen wird. Einerseits soll verwaltungsintern eine möglichst hohe Integration der Vision und Zielsetzungen erreicht werden, damit andere Verwaltungsaktivitäten die Zielerreichung nicht beeinträchtigen. Andererseits sollen im Umgang mit der Bevölkerung und den Wirtschaftsakteuren möglichst grosse Akzeptanz für die Energiestrategie geschaffen und Synergien genutzt werden. Nicht zuletzt bietet eine ambitionierte

Energiepolitik eine grosse Chance für Innovationen und für die Erhöhung der regionalen Wertschöpfung.

- 8 Vorbildwirkung des Kantons Schwyz:** Als weiterer Querschnittsbereich werden Massnahmen vorgeschlagen, die zu einer Reduktion des Energiebedarfs und zu einer erhöhten Nutzung erneuerbarer Energien in der Verwaltung und in den Liegenschaften des Kantons führen. Mit seinen Aktivitäten kann der Kanton Demonstrationsobjekte schaffen, die zeigen, wie der Zielpfad erreicht werden kann und auch dazu beitragen, dass eine gewünschte Marktentwicklung angestossen wird.

7 Massnahmen und Wirkungen der Energiestrategie

Nachfolgend werden in den vier Schwerpunktbereichen «Elektrizität», «Wärme», «Kommunikation, Information, Beratung, Aus- und Weiterbildung» sowie «Vorbildwirkung des Kantons» konkrete Massnahmen für die Energiepolitik bis 2020 vorgeschlagen und ihre Wirkungen abgeschätzt. Es werden auch Massnahmen auf Stufe des Bundes erwähnt, da der Kanton sowohl zusammen mit den anderen Kantonen als auch alleine Einfluss auf gesamtschweizerische Massnahmen nehmen kann.

7.1 Aktuelle Förderung

Der Kanton Schwyz kennt seit April 2010 ein kantonales Förderprogramm. Ab dem 1. Januar 2011 besteht im Kanton Schwyz ein Energieförderprogramm mit folgenden Inhalten und Förderbeiträgen:

Förderbereiche	Bedingungen	Förderbeitrag
Energieberatung		
– Energieberatung alle Gebäudekategorien		Pauschale: 300 CHF
– Energieberatung bei gleichzeitiger Erstellung eines GEAK-Plus		Pauschale: 500 CHF
Gebäudehüllen-Sanierung		
– A: Fensterersatz	U-Wert Glas $\leq 0.7 \text{ W/m}^2\text{K}$	Gebäudeprogramm der Kantone 70 CHF/m ² (neu: 40 CHF/m ² plus Mindestbetrag von 3000 CHF)
– B: Wand, Dach, Boden Dämmung gegen Aussenklima	U-Wert gesamt $\leq 0.2 \text{ W/m}^2\text{K}$	40 CHF/m ²
– C: Wand, Dach, Boden Dämmung gegen unbeheizt	U-Wert gesamt $\leq 0.5 \text{ W/m}^2\text{K}$	15 CHF/m ²
Sonnenkollektoren		
– Flachkollektoren	Für bestehende Gebäude, die mindestens 5 Jahre alt sind.	Grundpauschale: 2'000 CHF + 200 CHF/m ² Max. 20'000 CHF Förderbeitrag
– Röhrenkollektoren	Für bestehende Gebäude, die mindestens 5 Jahre alt sind.	Grundpauschale: 2'000 CHF + 260 CHF/m ² Max. 20'000 CHF Förderbeitrag
Ersatz fossiler Wärmeerezeugungsanlagen		
– Holzheizung		Grundpauschale: 2'000 CHF + 20 CHF/m ² EBF Max. 20'000 CHF Förderbeitrag
– Erdsonden- und Grundwasserwärmepumpe		Grundpauschale: 2'000 CHF + 10 CHF/m ² EBF Max. 20'000 CHF Förderbeitrag
– Luft- Wasserwärmepumpe		< 299 m ² EBF 1'500 CHF; ab 200 m ² EBF 2'500 CHF
– Fernwärme		Grundpauschale: 2'000 CHF + 10 CHF/m ² EBF Max. 20'000 CHF Förderbeitrag

Tabelle 14: Energie Förderprogramm des Kantons Schwyz, gültig am 1.1.2011

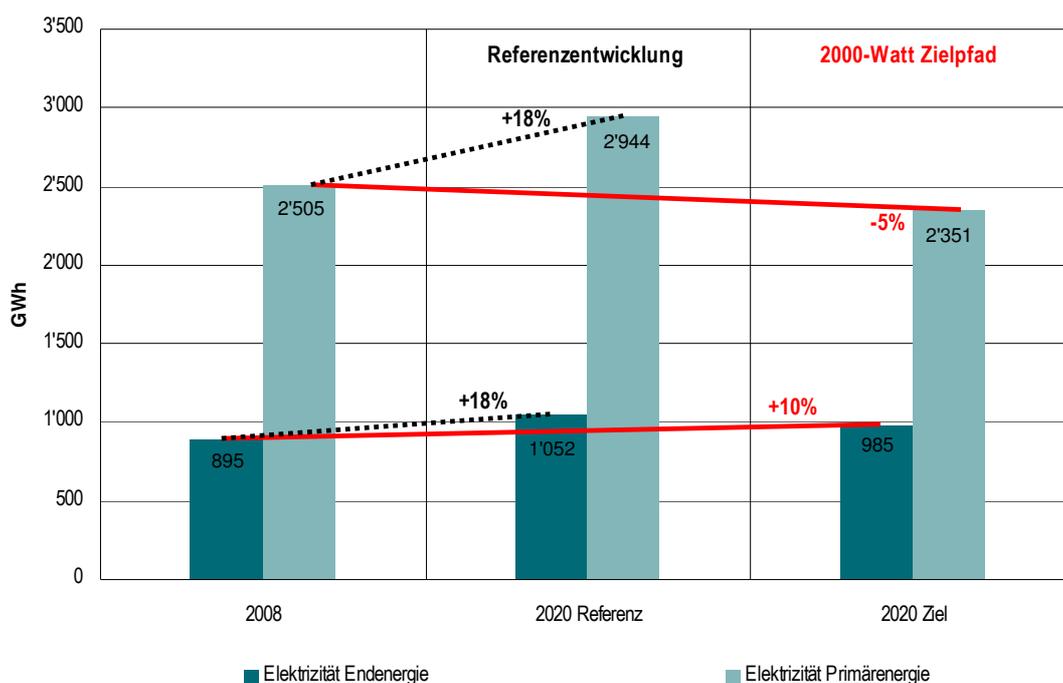
Der für die Förderung insgesamt zugesprochene kantonale Rahmenkredit von 5 Mio. CHF wurde in der Zeitspanne vom 1.4. 2010 bis 31.12.2010 bis auf ca. 800'000 CHF

ausgeschöpft (rund 4.2 Mio. CHF der Fördermittel sind reserviert, davon ca. 1.1 Mio. CHF schon ausbezahlt). Damit kann das Förderprogramm als Erfolg bezeichnet werden.

7.2 Elektrizität

Der Elektrizitätsverbrauch im Kanton Schwyz hat im Jahr 2008 einen Anteil von 38 % am Primärenergieverbrauch und von 7 % an den primärenergiebedingten THG-Emissionen. Gemäss Zielpfad der 2000-Watt-Gesellschaft sollte der gesamte Primärenergieeinsatz für den Elektrizitätsverbrauch bis 2020 um rund 5 % respektive 155 GWh/a sinken – beim Endenergieverbrauch wird hingegen davon ausgegangen, dass der Stromverbrauch bis 2020 um 10% ansteigen darf. Die Referenzentwicklung zeigt jedoch eine Zunahme von rund 18% für End- und Primärenergieeinsatz.

«Referenzentwicklung und Zielsetzungen im Elektrizitätsbereich bis 2020»



econcept

Figur 26: Ausgangslage, Referenzentwicklung und Zielsetzungen im Elektrizitätsbereich bis 2020

Der Vergleich von Referenz- und Zielpfad zeigt, dass beim Endenergieverbrauch bis 2020 rund 70 GWh/a und beim Primärenergieverbrauch rund 590 GWh/a eingespart werden sollten.

Die Zielsetzung zur Absenkung des Primärenergiebedarfs kann auf zwei Wegen erreicht werden: durch eine Erhöhung der Stromeffizienz und durch eine Änderung des Strommix (Substitution von nicht erneuerbaren Energieträgern durch erneuerbare).

7.2.1 Steigerung der Stromeffizienz

Eine Erhöhung der Stromeffizienz bzw. ein hocheffizienter Elektrizitätseinsatz ist wichtig, um eine Zunahme des Stromverbrauchs aufgrund der Substitution von fossilen Energien abzufedern, um allfällige Versorgungsengpässe abzuwenden sowie um die negativen Umweltwirkungen eines vermehrt auf Elektrizität aufbauenden zukünftigen Energiesystems zu minimieren. Aus wirtschaftlicher Sicht wird ein möglichst effizienter Einsatz von Elektrizität auch wegen der Preissteigerungen wichtig, die aufgrund des Nachfragewachstums in liberalisierten Märkten und des steigenden Anteils von teureren Produktionskapazitäten erwartet werden.

Herausforderungen und Hemmnisse

Es werden deutliche Anstrengungen nötig sein, um eine Absenkung des Primärenergieeinsatzes im Strombereich zu erreichen. Da Strom für unzählige Anwendungen eingesetzt werden kann, sind differenzierte, auf die jeweiligen Verbrauchergruppen abgestimmte Effizienzmassnahmen erforderlich. Gemäss zahlreichen Untersuchungen (darunter econcept 2007 und 2009) lassen sich die Hemmnisse bei der Ausschöpfung der Effizienzpotenziale wie folgt charakterisieren (Aufzählung in Anlehnung an Dettli et al 2009, S. 19ff):

- **Wirtschaftliche Hemmnisse:** Zu hohe (Anfangs-) Investitionskosten, ungenügende Liquidität und Risikoaversion (zu lange Pay-Back-Zeiten) oder eine zu geringe Relevanz der Stromkosten (bei Haushalten) führen dazu, dass effiziente Lösungen nicht gewählt werden, auch wenn diese über die Lebenszeit betrachtet wirtschaftlich sind.
- **Mangelnde Sensibilisierung und Informationsdefizite:** Diese Hemmnisse gelten vor allem für VerbraucherInnen, deren Elektrizitätsverbrauch im Vergleich zu Anschaffungskosten und zu anderen Ausgaben nicht ins Gewicht fällt, die über ungenügende Informationen verfügen oder mangelndes Interesse am eigenen Stromverbrauch zeigen und die sich aufgrund persönlicher Einstellungen nur schwer motivieren lassen. Der Nutzen von Effizienzmassnahmen wird deshalb oft unterschätzt oder ist für einen Teil der VerbraucherInnen nicht relevant. Zusätzlich fehlt oft das Wissen über mögliche Produktalternativen.
- **Defizite bei der Aus- und Weiterbildung:** Dies betrifft die Intermediäre sowohl auf der Angebotsseite (VerkäuferInnen, InstallateurInnen, ArchitektInnen) als auch auf der Nachfrageseite (z.B. HauswartInnen oder technische Verantwortliche in Unternehmen).
- **Strukturelle Hemmnisse:** Komplizierte Marktstrukturen mit verschiedenen, von einander unabhängigen, Verkaufskanälen und divergierende Interessen der am Kauf bzw. Investitionsentscheid beteiligten AkteurInnen können dazu führen, dass nicht die effizienteste Variante gewählt wird.

- **Rechtliche Hemmnisse:** Dazu zählen wir vor allem die Probleme, die bei vermieteten Bauten und der Kostenüberwälzung von Massnahmen zur Erhöhung der Effizienz entstehen («Mieter-Vermieter-Dilemma»).

Massnahmen

Der Kanton kann Massnahmen zur direkten Beeinflussung der StromverbraucherInnen lancieren oder in Zusammenarbeit mit den Elektrizitätswerken im Kanton Schwyz Angebote für deren Kundschaft aufbauen bzw. fördern. Aufgrund der unterschiedlichen Bedürfnisse von Haushalten (PrivatkundInnen der EW) und Betrieben (GeschäftskundInnen der EW) werden nachfolgend Massnahmen für beide Gruppen getrennt empfohlen.

Massnahme S-EF 1: Fördermassnahmen zur Steigerung der Stromeffizienz in Haushalten

Für die Steigerung der Stromeffizienz in Haushalten werden folgende Fördermassnahmen empfohlen:

- 1 Förderung von hocheffizienten Haushaltsgeräten über Gutscheine für die Anschaffung von Grossgeräten (Kühlschrank, Tiefkühler, Kochherd, Geschirrspüler, Waschmaschine und Tumbler)
- 2 Förderung des Ersatzes von Elektroboilern durch Warmwasseraufbereitungsanlagen, die erneuerbare Energien nutzen oder zu wesentlichen Effizienzsteigerungen führen (z.B. durch Wärmepumpenboiler)
- 3 Förderung des Ersatzes von ortsfesten elektrischen Widerstandsheizungen
- 4 Förderung von Durchflussbegrenzern zur Einsparung von Strom zur Aufbereitung von Warmwasser
- 5 Förderung des Ersatzes ineffizienter Heisswasser-Umwälzpumpen durch hocheffiziente Umwälzpumpen
- 6 Förderung von effizienten Beleuchtungen durch gezielte Aktionen für Leuchtmittel und Leuchten
- 7 Reduktion des Standby-Verbrauchs durch eine Förderung von Steckerleisten oder sonstigen Geräten mit denen die StromverbraucherInnen vollständig vom Netz getrennt werden (z.B. so genannte Stromspärmäuse).

Insbesondere bei der Haustechnik sollen effiziente Anlagen gefördert werden, da hier oft noch Investitionsbudgetrestriktionen wirken. Einzelne der hier vorgeschlagenen Fördermassnahmen werden im Kanton SZ durch den Bezirk Schwyz gefördert (www.energie-zentralschweiz.ch)

Zielgruppe	Haushalte im Kanton Schwyz
Voraussetzungen	<ol style="list-style-type: none"> 1 Wenn die Massnahmen aus den allgemeinen Fördermitteln finanziert werden sollen, wird eine Anpassung der Energieverordnung benötigt. 2 Im Falle einer Finanzierung von Stromeffizienzmassnahmen aus einem Effizienzfonds, der durch eine Finanzierungsabgabe auf den Stromverbrauch gespeist wird, braucht es gesetzliche Anpassungen.
Priorität	Hoch
Status gegenüber heute	Neue Massnahme
Ressourcenschätzung Kanton	<p>Je nach Finanzierungslösung muss der Kanton keine zusätzlichen Ressourcen aufwenden (Finanzierung über den Stromverbrauch) oder zusätzliche Ressourcen aus den allgemeinen Fördermitteln einsetzen. Der Aufwand des Kantons hängt dabei sehr stark von der Umsetzungstiefe der vorgeschlagenen Massnahmen und von der Möglichkeit Bundesmittel für die Steigerung der Stromeffizienz zu gewinnen ab (wettbewerbliche Ausschreibungen des Bundes). Die technischen Betriebe Glarus Nord haben z.B. den Zuschlag für ihr Stromeffizienzprogramm «YES - Your Energy Saver» erhalten und konnten so 367'000 CHF an Bundesmitteln mobilisieren.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Finanzierung über den Stromverbrauch: Eine Finanzierungsabgabe von 0.112 Rp./kWh würde zu Fondsmitteln von 1 Mio. CHF/a führen. 2 Finanzierung aus den allgemeinen Fördermitteln: Die Wirkungen werden für

Massnahme S-EF 1: Fördermassnahmen zur Steigerung der Stromeffizienz in Haushalten

	den Einsatz von 1 Mio. CHF/a berechnet (ein Teil davon kann allenfalls durch Bundesmittel gedeckt werden).
Wirkungsabschätzung	<p>Für die Wirkungsabschätzung wird angenommen, dass im Strombereich über die Lebensdauer einer Massnahme durchschnittlich 2 Rp. pro eingesparter kWh aufgewendet werden müssen (eher konservative Annahme²⁹).</p> <p>Bei einem Einsatz von 1 Mio. CHF/a für die Jahre 2012 bis 2020 würden folgende Einsparungen resultieren:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Endenergie: Im Jahr 2020 resultieren Einsparungen von ca. 29 GWh/a. Beim heutigen Primärenergiefaktor könnte das 2.8-fache an Primärenergie eingespart werden. — THG-Emissionen: Im Jahr 2020 resultieren Einsparungen von ca. 2'116 Tonnen THG/a.
Bewertung Verhältnis Ressourcen / Nutzen	<p>Primärenergie: ++ (12.5 CHF/MWh, Annahme: Primärenergie-Faktor 2.8)</p> <p>THG-Emissionen: 0 (473 CHF/Tonne bei bestehendem Strommix)</p>
Zusätzliche Nutzen und volkswirtschaftliche Effekte	<p>Die Förderbeiträge lösen ein Mehrfaches an Investitionen aus, die zu einem guten Teil in das installierende Gewerbe fliessen. Wenn es zudem gelingt Bundesgelder nach Schwyz zu holen, kann dieser Effekt verstärkt werden.</p> <p>Eine gesteigerte Stromeffizienz verringert die negativen Wirkungen von zukünftig steigenden Strompreisen und ermöglicht eine bessere Angleichung von Angebot und Nachfrage.</p>
Zeithorizont	Kurz- bis mittelfristig (im Durchschnitt werden 10 Jahre angenommen. Dies variiert aber je nach Lebensdauer der geförderten Geräte).
Indikator für Monitoring	Stromverbrauch der Haushalte in kWh/Kopf
Zuständigkeit	Energiefachstelle des Kantons

Tabelle 15: Massnahmen für die Steigerung der Stromeffizienz in Haushalten

Gleichzeitig mit der Förderung von Stromeffizienz wird empfohlen, gesetzliche Voraussetzungen für eine effiziente Elektrizitätsnutzung zu schaffen.

Massnahme S-EF 2: Gesetzliche Voraussetzungen für eine effiziente Elektrizitätsnutzung

Folgende gesetzliche Voraussetzungen für einen effizienten Elektrizitätseinsatz werden vorgeschlagen:

- 1 Verbot von Neuinstallation und Ersatz ortsfester elektrischer Widerstandsheizungen gemäss MuKEn2008, Artikel 1.12 (G) plus Festlegen einer Frist für den Ersatz bestehender elektrischer Widerstandsheizungen bis 2020³⁰. Ev. Regelung der Nutzung elektrischer Einzelspeicherheizungen (damit nicht auf diese ausgewichen wird) und Ausnahmegewilligung für besondere Fälle.
Alternative: Festschreibung eines minimalen Wirkungsgrads für neue Raumheizungen mit Elektrizität.
- 2 Festschreibung einer Mindestjahresarbeitszahl für Wärmepumpen für die Raumheizung (z.B. 3); regelmässige Anpassung an den Stand der Technik

²⁹ Einige der vorgeschlagenen Massnahmen dürften sogar rentabel sein: so z.B. der Ersatz von ineffizienten Umwälzpumpen, und der Einsatz von Durchflussbegrenzern. Die durch das Bundesprogramm "Wettbewerbliche Ausschreibungen" geförderten Projekte im Jahr 2010 weisen Kosten von 0.4 - 21.6 Rp./kWh aus. Die im Jahr 2010 geförderten Programme weisen Kosten von 0.96 - 2.04 Rp./kWh aus.

³⁰ Bei der Übernahme der MuKEn für das kantonale Energiegesetz hat der Kantonrat diese Bestimmung allerdings gestrichen.

Massnahme S-EF 2: Gesetzliche Voraussetzungen für eine effiziente Elektrizitätsnutzung

- 3 Festschreibung eines Höchstanteils an nicht erneuerbaren Energien für die Erzeugung von Brauchwarmwasser bei Neubauten und beim Ersatz zentraler Brauchwarmwassererzeugungsanlagen (z.B. höchstens 50%).
- 4 Der Kanton SZ könnte mit den zuständigen Elektrizitätsversorgern für das Kantonsgebiet Regelungen für die systematische Steigerung der Stromeffizienz treffen. So könnte z.B. über eine Abgabe ein Fonds geüfnet werden, aus dem die EW für ihren Erfolg bei der Erhöhung der Energieeffizienz (d.h. für die Verringerung ihres spezifischen Absatzes) entschädigt werden könnten (vgl. z.B. das Kalifornische Decoupling-Modell, wo der Stadt Obergrenzen für den Absatz festlegt und die EW, die diese einhalten und unterschreiten, dafür belohnt).

Zielgruppe	StromkonsumentInnen im Kanton Schwyz
Voraussetzungen	Anpassung Energiegesetz und Verordnung
Priorität	Hoch
Status gegenüber heute	Neue Massnahme
Ressourcenschätzung Kanton	Einmaliger Aufwand für die Vorbereitung einer Anpassung von Gesetz und Verordnung plus Vollzugsaufwand. Es wird hier angenommen, dass ca. 40'000 CHF/a bis 2020 dafür eingesetzt werden (Mittel für ca. 20-30 Stellenprozent).
Wirkungsabschätzung	<p>Ortsfeste Widerstandsheizungen verursachen ca. 9% des schweizerischen Elektrizitätsverbrauchs (Greenpeace Schweiz 2009). 9% des Schwyzer Stromverbrauchs sind ca. 81 GWh/a, davon könnten schätzungsweise 45 GWh/a (rund 5% des Stromverbrauchs) eingespart werden, wenn die Widerstandsheizungen ersetzt würden.</p> <p>Etwa ein Drittel der Haushalte sind mit einem Elektroboiler ausgestattet (SEV 2007). Diese sind mit Abstand die grössten Stromverbraucher in Haushalten ohne Widerstandsheizung und verursachen im Kanton SZ einen Stromverbrauch von schätzungsweise 45 GWh/a (Berechnungsannahmen: Ein Drittel der Haushalte verwenden ganzjährige Elektroboiler, welche für 40% des Stromverbrauchs zuständig sind). Durch Effizienzsteigerungen und in Kombination mit Erneuerbaren liessen sich schätzungsweise 25 GWh/a einsparen.</p> <p>Die Festlegung von Mindestwirkungsgraden für Wärmepumpen kann den Stromverbrauch gegenüber der Referenzentwicklung um schätzungsweise mindestens 10 GWh/a verringern (ca. 1%).</p> <ul style="list-style-type: none"> — Endenergie: Wenn angenommen wird, dass die Massnahmen im Jahr 2020 ihre volle Wirkung erreichen (=80 GWh/a), dann liessen sich Einsparungen von 80 GWh/a erreichen. — THG-Emissionen: Bei unveränderten Annahmen liessen sich durchschnittlich ca. 5'925 Tonnen THG/a einsparen.
Bewertung Verhältnis Ressourcen / Nutzen	<p>Primärenergie: ++ (0.2 CHF/MWh, Annahme: Primärenergie-Faktor 2.8)</p> <p>THG-Emissionen: ++ (7 CHF/Tonne bei bestehendem Strommix)</p>
Zusätzliche Nutzen und volkswirtschaftliche Effekte	<p>Durch die Vorschriften werden Investitionen ausgelöst, die zu einem guten Teil in das installierende Gewerbe fliessen.</p> <p>Eine gesteigerte Stromeffizienz verringert die negativen Wirkungen von zukünftig steigenden Strompreisen und ermöglicht eine bessere Angleichung von Angebot und Nachfrage.</p>
Zeithorizont	Mittelfristig
Indikator für Monitoring	Anzahl bewilligte Gesuche, Stromverbrauch pro Kopf in kWh/Kopf.
Zuständigkeit	Energiefachstelle des Kantons

Tabelle 16: Schaffung von gesetzlichen Voraussetzungen für eine effiziente Elektrizitätsnutzung

Die wichtigen flankierenden Massnahmen zur Information und Sensibilisierung der Bevölkerung werden im Massnahmenschwerpunkt «Aus- und Weiterbildung, Information, Kommunikation und Beratung» aufgeführt.

Für GeschäftskundInnen bzw. für die Steigerung der Stromeffizienz in Dienstleistungsbetrieben, Industrie und Gewerbe werden folgende Massnahmen vorgeschlagen:

Massnahme S-EF 3: Steigerung der Stromeffizienz in Dienstleistung, Industrie und Gewerbe

Die Förderung der Stromeffizienz in Dienstleistungsbetrieben, Industrie- und Gewerbe soll vor allem VerbraucherInnen anvisieren, die nicht schon mit der Energieagentur der Wirtschaft zusammenarbeiten (EnAW- Vereinbarungen mit GrossverbraucherInnen zur Befreiung von der CO₂-Abgabe [Stromverbrauch \geq 0.5 GWh/a]), da diese bisher praktisch keine Unterstützung zur systematischen Steigerung der Stromeffizienz erhalten, aber einen grossen Teil des Stromverbrauchs verursachen. Das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich hat aus diesem Grund ein Effizienzbonusprogramm für Unternehmen mit einem Verbrauch von mehr als 60 MWh/a lanciert. Folgende Massnahmen werden vorgeschlagen:

- 1 Der Kanton Schwyz könnte analog zum ewz-Modell die Stromversorger dabei unterstützen ein Effizienzbonusprogramm für Unternehmen mit einem Verbrauch von mehr als 60 MWh/a aufzugleisen. Die Unternehmen bekommen einen Rabatt auf ihren Strompreis, wenn langfristig vereinbarte Effizienzziele eingehalten werden.
- 2 Förderung des Einsatzes effizienter Elektromotoren (diese sind für rund 40% des schweizerischen Stromverbrauchs und ca. 70% des Stromverbrauchs von Industriebetrieben verantwortlich, vgl. www.topmotors.ch)
- 3 Förderung und Durchführung von gezielten Aktionen für spezifische Anwendungen (z.B. Beleuchtung, Lüftung, Motoren,...) gemeinsam mit dem Gewerbeverband und Branchenverbänden.

Die einzelnen Elektrizitätswerke haben weitere Möglichkeiten für die Steigerung der Stromeffizienz bei GeschäftskundInnen: so z.B. das Angebot eines Einsparcontractings. In Kalifornien wurde dieses unter dem Stichwort „Nega-Watt“ bekannt. Die Idee: Das EVU geht in Unternehmungen und übernimmt die Verantwortung für die Steigerung der Energieeffizienz. Finanziert wird die Aktion durch Zahlungen im Ausmass der bisherigen Stromkosten während eines definierten Zeitraumes.

Zielgruppe	Dienstleistungsbetriebe, Industrie und Gewerbe des Kantons Schwyz
Voraussetzungen	Je nach Finanzierungsmodell (vgl. S-EF 1);
Priorität	Hoch
Status gegenüber heute	Neue Massnahme
Ressourcenschätzung Kanton	Je nach Finanzierungsmodell (vgl. S-EF 1). Auch hier können zusätzliche Mittel aus den Wettbewerblichen Ausschreibungen des Bundes generiert werden.
Wirkungsabschätzung	Die Abschätzung der Wirkung hängt von der Umsetzungstiefe und dem Umfang der dafür eingesetzten Mittel ab. Gemäss dem Programm "Easy" von topmotors.ch ist für die Steigerung der Effizienz von elektrischen Antriebssystemen mit Investitionen von 1.45 Rp./kWh zu rechnen. Im Durchschnitt der oben vorgeschlagenen Massnahmenansätze kann wohl von einem ähnlichen Aufwand, wie bei der Massnahme S-EF 1 von ca. 2 Rp./kWh ausgegangen werden. Wir gehen davon aus, dass die veranschlagten Fördermittel von 1 Mio. CHF/a auf die Massnahmen S-EF 1 und S-EF 3 aufgeteilt werden.
Bewertung Verhältnis Ressourcen / Nutzen	Vgl. S-EF 1
Zusätzliche Nutzen und volkswirtschaftliche Effekte	Vgl. S-EF 1

Massnahme S-EF 3: Steigerung der Stromeffizienz in Dienstleistung, Industrie und Gewerbe

Zeithorizont	Kurz- bis mittelfristig (je nach Lebensdauer der geförderten Geräte)
Indikator für Monitoring	Anzahl bewilligte Gesuche, Stromverbrauch von Dienstleistung, Industrie und Gewerbe in kWh/Beschäftigte
Zuständigkeit	Energiefachstelle des Kantons

Tabelle 17: Massnahmen zur Steigerung der Stromeffizienz in Dienstleistung, Industrie und Gewerbe

Wie die Mittel zur Steigerung der Stromeffizienz auf Haushalte und Unternehmen aufgeteilt werden, wird hier offen gelassen. Es bietet sich jedoch an, ein Stromeffizienzprogramm für alle Zielgruppen mit wechselnden Schwerpunkten zu schaffen. Mit den oben genannten Wirkungen würden ca. 20% des heutigen Stromeffizienzpotenzials ausgeschöpft (Potenzialanalyse: vgl. Kapitel 4.1.2 und 4.1.3).

Die drei Massnahmen für die Steigerung der Stromeffizienz führen bei den getroffenen Annahmen zusammen zu einer Einsparung von ca. 110 GWh/a und überschreiten damit die vom Zielpfad verlangten Wirkungen (minus 70 GWh/a bis 2020) um ca. 40 GWh/a. Da aber gleichzeitig für den Ersatz fossiler Energieträger vermehrt Strom eingesetzt werden wird, braucht es sehr wahrscheinlich weitere Massnahmen, wie z.B. die unter 7.2.2 aufgeführten zur Erhöhung der erneuerbaren Stromproduktion.

Zusätzlich zu den kantonalen Massnahmen wird empfohlen, dass der Kanton sich zusammen mit anderen Kantonen beim Bund für folgende Massnahmen einsetzt:

- Einfordern von ambitionierten und langfristigen Effizienzprogrammen für GrossverbraucherInnen, insbesondere auch im Strombereich.
- Einfordern einer Verschärfung von Gerätestandards und Effizienzvorschriften bei Pumpen, Motoren und Haustechnik-Hilfsgeräten mit einer Orientierung der Standards an den Anforderungen der 2000-Watt-Gesellschaft

7.2.2 Erneuerbare Stromproduktion und Senkung des Primärenergieaufwands

Der hohe Primärenergieanteil des **Strommix** des Kantons Schwyz lässt sich durch einen vermehrten Einsatz erneuerbar produzierter Elektrizität (Photovoltaik, Holzverstromung, Biogas, Wind, Geothermie) und die Nutzung von fossilen Brennstoffen in Wärmekraftkopplungsanlagen zur Produktion von Strom und Wärme verringern. Die Zusammensetzung des Strommix hängt von der Beschaffungs- und Verkaufsstrategie der Elektrizitätswerke im Kanton Schwyz und den Bedürfnissen der StrombezügerInnen ab. Der Kanton kann vor allem über die Förderung der lokalen Produktion von erneuerbarem Strom und zum Teil auch über gesetzliche Vorschriften Einfluss nehmen.

Ein Ausbau der Wärmekraftkopplung (WKK) mit Erdgas führt zu einer leichten Erhöhung der THG-Belastung des Stroms. Wenn die Anlagen wärmegeführt betrieben werden, kann ein Grossteil der THG-Emissionen der Beheizung angerechnet werden. Wegen der

aktuellen technisch-wirtschaftlichen Rahmenbedingungen wird die WKK-Technologie nur für Anlagen in Gasversorgungsgebieten und für Leistungen grösser 100 kW_{elektrisch} in Betracht gezogen. In Zukunft könnten kleinere Leistungen und wahrscheinlich auch Öl betriebene WKK-Anlagen hinzukommen³¹. Der Einsatz von WKK-Anlagen als Ersatz für bestehende Heizungen und die Nutzung des Stroms, insbesondere in den Wintermonaten, macht diese Option attraktiv. Allerdings sind WKK-Anlagen in der Schweiz noch nicht weit verbreitet, weil die Abnahmepreise für WKK-Strom zu tief liegen, d.h. die angestrebten Amortisationsfristen können noch nicht eingehalten werden.

Langfristig könnten auch Brennstoffzellen zum Einsatz kommen, welche chemische direkt in elektrische Energie umwandeln (Brennstoffzellen sind keine Energiespeicher). Meist ist von Wasserstoff-/ Sauerstoff-Brennstoffzellen die Rede. Die Herstellung von Wasserstoff ist jedoch noch sehr energieintensiv und die Speicherung noch nicht gelöst. In Brennstoffzellen können auch andere Brennstoffe, wie z.B. Methanol eingesetzt werden. Brennstoffzellen verfügen über ein breites Einsatzpotenzial: für den Antrieb von Fahrzeugen, für die stationäre Energieversorgung, aber auch für den Einsatz in elektronischen Kleingeräten. Seit Jahren gilt die Brennstoffzelle als eine der Zukunftstechnologien. Allerdings ist die Technologie noch nicht ausgereift. Der weitere Forschungs- und Entwicklungsbedarf ist noch gross, so dass zu erwarten ist, dass es noch einige Jahre, vielleicht auch Jahrzehnte dauern wird, bis Brennstoffzellen auf breiter Basis einsetzbar sein werden. Wesentliche Nachteile der heutigen Brennstoffzellen-Technologie sind die begrenzte Lebensdauer, der hohe Preis und die hohen Kosten für die Aufbereitung des Brennstoffs.

Herausforderungen und Hemmnisse

Auf lokaler Ebene ist die Finanzierung einer Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien am Strommix eine der zentralen Herausforderungen. Bei der WKK-Technologie wirken die aktuell tiefen Abnahmepreise für die WKK-Elektrizität hemmend. Als weitere Herausforderung wird längerfristig die Abstimmung von Stromangebot und -nachfrage hinzukommen, da mit einem steigenden Anteil fluktuierender erneuerbarer Energien die Ausgleichs- und Koordinationsleistungen des Netzes zunehmen werden. Das Management der Nachfrage zur Brechung von Nachfragespitzen und zur Nutzung von Angebotsspitzen (zu- und abschaltbare Anlagen), zur Reduktion von Überkapazitäten sowie der Ausbau und das Management von Speicherkapazitäten werden dabei immer wichtiger werden.

³¹ Bei der Nutzung von **Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen** sind die heute verfügbaren WKK-Technologien und der Zustand des Stromnetzes von Bedeutung. Auch wenn WKK-Anlagen aus Sicht der Energieeffizienz eine wichtige Rolle spielen können, ist zu bedenken, dass diese auch lufthygienische Anforderungen erfüllen müssen. WKK-Anlagen sollten wärmegeführt betrieben werden, damit die Wärme voll genutzt werden kann, da nur dann die gewünschten Wirkungsgrade erreicht werden können (über eine Speicherung der Wärme, kann die Stromproduktion zum Teil von direkten Wärmebedarf entkoppelt werden). Dezentrale Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen mit über 100 kW elektrischer Leistung und vollständiger Wärmenutzung weisen einen guten elektrischen Nutzungsgrad auf (BFE 2008b). Mit abnehmender elektrischer Leistung der Anlagen sinkt auch der elektrische Nutzungsgrad. Gemäss den Energieperspektiven des Bundes befindet sich das grösste Potenzial für WKK-Anlagen in der Schweiz jedoch im Bereich von 1-20 kW elektrischer Leistung. Der wesentliche Vorteil von Kleinanlagen ist der reduzierte Planungsaufwand. Sie können jedoch zurzeit noch nicht wirtschaftlich betrieben werden.

Massnahmenansätze

Wegen den hohen ungenutzten Potenzialen werden vor allem Massnahmen zur Förderung von Photovoltaikanlagen und zur Nutzung von Biomasse für die Produktion von Strom und Wärme vorgeschlagen. Informations- und Sensibilisierungsmassnahmen werden im dritten Schwerpunkt der Energiestrategie behandelt.

Massnahme S-EE 1: Fördermassnahmen zur Steigerung der erneuerbaren Stromproduktion

Für die Steigerung der erneuerbaren Stromproduktion werden folgende Fördermassnahmen empfohlen:

- 1 Förderung von Photovoltaikanlagen, die alle Voraussetzungen für die kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) des Bundes erfüllen, wegen mangelnder Mittel aber nicht gefördert werden können
- 2 Förderung der Nutzung von Biomasse und Abfallbiomasse für die Strom- und Wärmeproduktion, sofern eine Gaseinspeisung nicht möglich ist und die Projekte alle Voraussetzungen für die KEV erfüllen
- 3 Förderung von Pionieranlagen zur Produktion von Elektrizität aus erneuerbaren Energieträgern (z.B. Holzvergasung, Windkraftwerke, Nutzung von Brennstoffzellen, Geothermiekraftwerke)

Zielgruppe	Bevölkerung und Unternehmen im Kanton Schwyz
Voraussetzungen	Anpassung Energiegesetz und -verordnung
Priorität	Mittel
Status gegenüber heute	Neue Massnahme
Ressourcenschätzung Kanton	Finanzierung aus den allgemeinen Fördermitteln. Für die Wirkungsabschätzung wird angenommen, dass jährlich 1 Mio. CHF in diesen Bereich investiert wird.
Wirkungsabschätzung	<p>Gemäss Wirkungsfaktoren³² gemäss BFE 2010c der bisherigen kantonalen Förderprogramme, werden für Photovoltaikanlagen über die Lebensdauer einer Anlage ca. 3.3 Rp./kWh eingesetzt. Für die Biomasse wird dieser Wirkungsfaktor auf 2 Rp./kWh geschätzt. Es ist an dieser Stelle anzumerken, dass sich der Wirkungsfaktor der Photovoltaik in Zukunft stark verbessern wird, weil die Produktionskosten für PV-Module europaweit sinken. Bei der Annahme, dass 600'000 CHF/a in Photovoltaikanlagen und 400'000 CHF/a in Biomasseanlagen investiert werden, lassen sich folgende Wirkungen erzielen:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Photovoltaik: im Jahr 2020 rund 5.8 GWh/a (427 Tonnen THG/a). — Biomasse: im Jahr 2020 rund 6.4 GWh/a (474 Tonnen THG/a). — Pionieranlagen: nicht quantifiziert, da stark von Einzelprojekten abhängig. <p>Mit einem Zubau von insgesamt 12.2 GWh/a erneuerbarem Strom bis 2020 kann der Primärenergieeinsatz um ca. 50 GWh/a verringert werden, wenn damit Kernkraftstrom ersetzt wird.</p>
Bewertung Verhältnis Ressourcen / Nutzen	<p>Primärenergie: + (37 CHF/MWh für Photovoltaik und 22 CHF/MWh für Biomasse, Annahme: Primärenergie-Faktor 2.8 – die Ressourcen-Wirkung wird sich in Zukunft bei der Photovoltaik stark verbessern)</p> <p>THG-Emissionen: 0 (1'406 CHF/Tonne für PV und 844 CHF/Tonne für Biomasse bei bestehendem Strommix)</p>

³² Gemäss BFE 2010c, S.10 entspricht der Wirkungsfaktor «den durch die direkte Förderung erzielten energetischen Wirkungen (über die Lebensdauer der Massnahmen) im Verhältnis zu den entsprechenden kantonalen Abgaben. Für die Bestimmung des Wirkungsfaktors werden aus methodischen Gründen nur die energetischen Wirkungen der direkten Förderung [ohne Förderung von indirekten Massnahmen, wie Kommunikation, Beratung, Aus- und Weiterbildung] über die Lebensdauer der Massnahmen berücksichtigt. Als direkte Förderung gilt eine Förderung, bei welcher der Fördersatz mindestens 10% der nicht amortisierbaren Mehrkosten (NAM) und mindestens zehn Prozent der Mehrinvestitionen ggü. der konventionellen Vergleichstechnologie abdeckt».

Massnahme S-EE 1: Fördermassnahmen zur Steigerung der erneuerbaren Stromproduktion

Zusätzliche Nutzen und volkswirtschaftliche Effekte	Durch die Förderbeiträge wird ein Mehrfaches an Investitionen ausgelöst, die zu einem guten Teil in das installierende Gewerbe vor Ort fliessen. Eine gesteigerte Stromproduktion aus erneuerbaren Energien verringert die negativen Wirkungen von zukünftig steigenden Strompreisen und ermöglicht eine bessere Angleichung von Angebot und Nachfrage.
Zeithorizont	Mittelfristig (Lebensdauer PV- und Biomasse-Anlagen ca. 25 Jahre)
Indikator für Monitoring	Anzahl bewilligte Gesuche, Zubau an erneuerbarem Strom in kWh/Kopf.
Zuständigkeit	Energiefachstelle des Kantons

Tabelle 18: Massnahmen zur Förderung der erneuerbaren Stromproduktion

Bei Realisation der oben genannten Wirkungen würden ca. 2% des Photovoltaik- und ca. 12% des Biomassepotenzials ausgeschöpft (Potenzialanalyse: vgl. Kapitel 4.2.2).

Für die Erschliessung der Geothermie und der Windenergie wird empfohlen, vertiefte Machbarkeitsstudien erstellen zu lassen. Damit könnten Projekte angeschoben werden, die ohne diese Grundlagen nicht zustande kämen. Eventuell können solche Studien gemeinsam mit den Elektrizitätswerken finanziert werden. Eine Förderung von WKK-Strom wird zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht empfohlen. Die nachfolgenden Massnahmenansätze für Spezialprojekte deckt diese drei Technologien ab.

Massnahme S-EE 2: Spezialmassnahmen für die Förderung der erneuerbaren Stromproduktion und die Absenkung des Primärenergieanteils

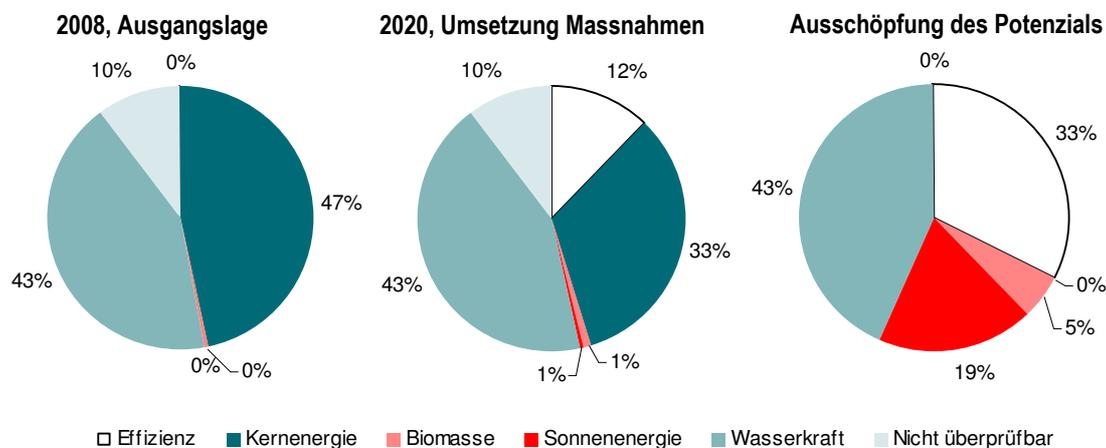
- 1 Erstellen von Machbarkeitsstudien für die Nutzung von Windenergie und für die Nutzung der Geothermie im Kanton Schwyz (in Zusammenarbeit mit den Elektrizitätswerken).
- 2 Eine direkte Förderung von WKK-Strom aus Erdgas wird zum aktuellen Zeitpunkt nicht empfohlen. Eine Förderung von WKK-Anlagen, die erneuerbare Energieträger (Biogas oder Holz) und die anfallende Abwärme nutzen, wird hingegen vorgeschlagen. Heute schon werden Anschlüsse an Fernwärmenetze gefördert. Ziel soll es sein, dass erneuerbare Brennstoffe vermehrt für die Produktion von Strom und Wärme eingesetzt werden. Zusätzlich wird empfohlen, die Entwicklung der Technologie im Klein-WKK-Bereich zu beobachten und gegebenenfalls für eine beschränkte Zeit Förderbeiträge zu sprechen, sobald die technischen Hemmnisse beseitigt sind. Es wäre allerdings zu bevorzugen, dass die WKK-Technologie in das KEV-Programm des Bundes aufgenommen wird, sobald die Technologie dafür reif ist.

Tabelle 19: Massnahmen zur Förderung von WKK-Strom

Die vorgeschlagenen Massnahmen für Stromeffizienz und erneuerbare Stromproduktion führen insgesamt dazu, dass die Zielsetzung einer Einsparung von minus 70 GWh/a bis 2020 um ca. 50 GWh/a übertroffen wird (Wirkung insgesamt ca. 121 GWh/a). Damit verbleibt Raum für den Einsatz von Elektrizität zum Ersatz fossiler Energien.

Wenn die Gewinne bei der Stromeffizienz und die zusätzliche Produktion von erneuerbarem Strom für den Ersatz von Kernkraftstrom eingesetzt würden, dann liessen sich insgesamt rund 490 GWh/a Primärenergie einsparen (Primärenergiefaktor Kernkraftstrom: 4.08 kWh_{eq}/kWh). Bei der Endenergie lässt sich mit den vorgeschlagenen Massnahmen der Strommix wie folgt verändern:

«Änderung des Strommix»



econcept

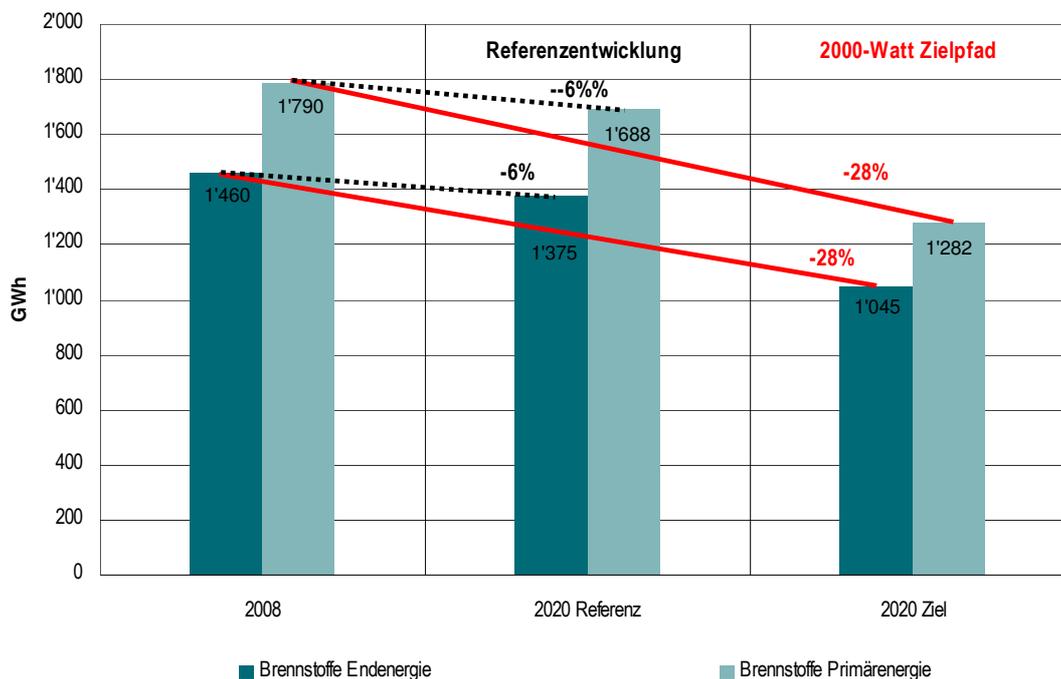
Figur 27: Veränderung des Strommix durch die Umsetzung der vorgeschlagenen Massnahmen bis 2020 für den Ersatz der Kernenergie (mittlere Figur) und Vergleich mit der Nutzung des Gesamtpotenzials für Stromeffizienz und die Produktion von erneuerbarem Strom (ohne Wind und Geothermie) auf dem Kantonsgebiet (rechte Figur). Durch die Nutzung der Geothermie, der Windkraft und den Einkauf von erneuerbaren Energien von ausserhalb der Kantons Grenzen liesse sich der Anteil des erneuerbaren Stroms weiter erhöhen.

Zusätzlich zu den Massnahmen zur direkten Förderung erneuerbarer Energien für die Stromproduktion sind prinzipiell auch Massnahmen zur Beeinflussung der StromkonsumentInnen denkbar (z.B. Wechsel des Standardstromprodukts auf Ökostrom). Da der Kanton allerdings keinen Einfluss auf die Festlegung des Standardstromprodukts hat, werden hierfür keine Massnahmen vorgeschlagen. Im Bereich Information, Kommunikation und Beratung werden Massnahmen zur Sensibilisierung der Bevölkerung vorgeschlagen.

7.3 Wärme

Der Brennstoffverbrauch im Kanton Schwyz ist im Jahr 2008 für rund 27 % des Primärenergieverbrauchs und für 43 % der primärenergiebedingten THG-Emissionen verantwortlich. Gemäss Zielpfad der 2000-Watt-Gesellschaft sollte der gesamte Primärenergieeinsatz im Brennstoffbereich bis 2020 um rund 28 % respektive 406 GWh/a sinken – beim Endenergieverbrauch beträgt die anzuvisierende Reduktion 330 GWh/a. Die Referenzentwicklung zeigt auch eine Abnahme, allerdings eine eher schwache von rund 6%.

«Referenzentwicklung und Zielsetzungen für Brennstoffe bis 2020»



econcept

Figur 28: Ausgangslage, Referenzentwicklung und Zielsetzungen für Brennstoffe bis 2020

Die Zielsetzung zur Absenkung des Primärenergiebedarfs für Brennstoffe kann einerseits durch eine gesteigerte Wärmeeffizienz und andererseits durch eine Substitution fossiler Brennstoffe mit erneuerbaren Energien erreicht werden.

7.3.1 Steigerung der Wärmeeffizienz von Gebäuden

Die Erhöhung der Wärmeeffizienz im Gebäudebereich gehört heute schon zu den wichtigsten Massnahmen der kantonalen und nationalen Energiepolitik. Aus Sicht der möglichen Treibhausgasreduktionen bietet dieser Bereich neben der Mobilität die grössten Einsparpotenziale. Die besondere Herausforderung des Massnahmenswerpunkts Wärmeeffizienz besteht in der Mobilisierung der Potenziale bei den bestehenden Bauten. Eine höhere Rate energetisch hochwertiger Sanierungen ist aus Sicht des potenziellen Beitrages zur Zielerreichung der wichtigste Handlungsansatz. Eine spezielle Herausforderung stellt in diesem Bereich der Anteil schützenswerter Bauten dar, der besondere und zum Teil gebäudespezifische Ziele erfordert, welche von den zurzeit in Entwicklung befindlichen technischen Möglichkeiten für derartige Bauten abhängig gemacht werden müssen. Als Alternative zu einer starken Reduktion des Energieverbrauchs durch Wärmedämmung kann hier insbesondere die Nutzung von erneuerbaren Energien und Umweltwärme forciert werden.

Damit InvestorInnen verstärkt zukunftsweisende energetische Standards für Neubauten und Sanierungen wählen, werden gegenwärtig mit verschiedenen Förderprogrammen finanzielle Anreize gesetzt. So unterstützt das anfangs Januar 2010 eingeführte Gebäu-

deprogramm der Kantone und des Bundes energetische Sanierungen *bestehender* Bauten. Es werden keine (Ersatz-)Neubauten gefördert. Die Förderung der energetischen Massnahmen an bestehenden Bauten erfolgt pro Bauteil, welcher saniert wird (vgl. aktuelles Förderprogramm des Kantons Schwyz, Kapitel 7.1).

Herausforderungen und Hemmnisse

Zur Verbesserung der Energieeffizienz der Gebäude (sowie auch bei der Steigerung des Einsatzes von erneuerbaren Energien) sind verschiedene Hemmnisse zu beachten. Nachfolgend wird versucht eine Übersicht der wichtigsten Hemmnisse zu geben (basierend auf econcept 2009, econcept 2007 und weiteren Studien):

- **Restriktionen beim Investitionsbudget:** Massnahmen an Gebäuden zur Steigerung der Energieeffizienz weisen meist höhere Investitionskosten auf und setzen entsprechende finanzielle Möglichkeiten der GebäudeeigentümerInnen voraus (auch wenn die Massnahmen bei einer Gesamtbetrachtung über die Lebensdauer wirtschaftlich sind). Zudem sind Gebäude privater EigentümerInnen durch den Kauf oft lange mit Hypotheken belastet, was die Kapitalbeschaffung für energetische Sanierungen während dieser Zeit erschwert.
- **Wirtschaftlichkeit:** Wirtschaftlichkeitsberechnungen für die Sanierung von bestehenden Bauten und auch für energieeffiziente Neubauten erfolgen meist mit sehr kurzen Zeithorizonten von 10 Jahren und schliessen dadurch die Berücksichtigung eines möglichen Anstiegs der Energiekosten weitgehend aus. Dies kann dazu führen, dass hohe energetische Baustandards rechnerisch unwirtschaftlich erscheinen. Viele Effizienzmassnahmen im Gebäudebereich (wie Fensterersatz oder Dämmung des Daches) sind bei den aktuellen Energiepreisen wirtschaftlich.
- **«Mieter-Vermieter-Problematik»:** Im Bereich der Mietwohnungen besteht vielfach die Problematik, dass bei energetisch vorteilhaften Massnahmen – an der Gebäudehülle sowie bei Geräten und Anlagen, wie Heizung oder Waschmaschine – die Kosten beim Vermieter / bei der Vermieterin anfallen und die finanziellen Einsparungen beim Mieter / bei der Mieterin. Dies kann Investitionen in Energiesparmassnahmen verhindern, da in der Regel nicht die gesamten Mehrkosten der Energiesparmassnahmen überwältigt werden können. Hemmnisse bestehen aber vielfach auch bei Stockwerkeigentümergeinschaften. Die Beschlussfassung für Erneuerungsinvestitionen ist komplex und kann durch einzelne (kurzfristig nicht zahlungsfähige oder –willige) StockwerkeigentümerInnen behindert oder blockiert werden.
- **Informations- und Vertrauensdefizite:** HauseigentümerInnen, Bauherrschaften, Planende, ArchitektInnen und auch Akteure aus dem Bau- und Installationsgewerbe sind oft nur ungenügend über den Stand der Technik informiert. Energiesparmassnahmen müssten oft aktiv verkauft werden, was mit Mehraufwand für die VerkäuferInnen verbunden ist und bei Submissionen unter Umständen ein Risiko höherer Kosten als bei der Konkurrenz schafft. Neben der fehlenden Information ist eine fehlende

Sensibilisierung für klima- und energiepolitische Ziele und für die Bedeutung energetischer Massnahmen an Gebäuden ein weiteres Hemmnis.

- **Langsame Durchsetzung von Innovationen:** Wie die Erfahrung zeigt, nehmen ArchitektInnen, Bau- und Installationsgewerbe Innovationen im Energiebereich verzögert bzw. nur partiell auf. Andererseits behindert das risikoaverse Investitionsverhalten der GebäudeeigentümerInnen wirtschaftliche Energieeffizienzmassnahmen mit hohen Anfangsinvestitionen.
- **Bewilligungsverfahren:** Von Seiten der Gesetzgebung und der Behörden bestehen verschiedene rechtliche und verfahrensmässige Hemmnisse, welche energetische Massnahmen im Gebäudebereich erschweren. Zu diesen können beispielsweise Festlegungen von Grenzabständen, Baulinien und Gebäude- und Firsthöhen zählen, mit denen Nachdämmungen bei bestehenden Gebäuden erschwert oder verhindert werden können.

Massnahmen im Gebäudebereich sollten im Rahmen einer ganzheitlichen und langfristig konzipierten Gebäudenutzungs- und -bewirtschaftungsstrategie umgesetzt werden und wo möglich mit den anderen Massnahmenansätzen zur Steigerung der Nutzung erneuerbarer Energien im Elektrizitäts- und im Wärmebereich koordiniert werden.

Massnahmen

Um im Gebäudebereich eine Entwicklung in Richtung 2000-Watt-Gesellschaft anzustossen, sind Sanierungen und Neubauten so weit wie möglich nach Minergie-P(-Eco) oder nach vergleichbaren energetischen Standards anzustreben. Ein weiterer zentraler Ansatzpunkt ist die Erhöhung der Rate energetisch wirksamer Sanierungen bei bestehenden Bauten. Anschliessend werden die folgenden Massnahmenansätze werden vorgeschlagen (Massnahmen im Strombereich werden in Kapitel 7.2 und Massnahmen für kantonseigene Liegenschaften in Kapitel 7.5 behandelt).

Massnahme G-EF 1: Fördermassnahmen zur Steigerung der Wärmeeffizienz von Gebäuden

Für die Steigerung der Wärmeeffizienz in Gebäuden werden folgende Massnahmenansätze empfohlen:

- 1 Weiterführung des Förderprogramms für Gebäudehüllen-Sanierungen
- 2 Einführung zusätzlicher Boni für Gesamtsanierungen, die den Minergie-, den Minergie-P-Standard oder vergleichbare Standards erreichen (höherer Bonus für Minergie-P oder vergleichbare).
- 3 Förderung von Neu- und Ersatzneubauten nach dem Minergie-P, dem Minergie-A-Standard oder einem vergleichbaren Standard

Um die Ziele des 2000-Watt-Konzepts zu erreichen, ist der Minergie-P-Standard (oder vergleichbare Standards) besonders zu fördern.

Zielgruppe	GebäudebesitzerInnen im Kanton Schwyz
Voraussetzungen	Anpassung Energieverordnung
Priorität	Hoch
Status gegenüber heute	Bestehende Massnahme mit neuen Förderkategorien

Massnahme G-EF 1: Fördermassnahmen zur Steigerung der Wärmeeffizienz von Gebäuden

Ressourcenschätzung Kanton	<ul style="list-style-type: none"> – Die Förderung der Sanierung von Gebäudehüllenbauteilen soll weiterhin über das Gebäudeprogramm von Kantonen und Bund laufen. – Die Finanzierung von Gesamtsanierungen nach Minergie-Standard wird im Kanton Thurgau mit Grundbeiträgen von 15'000 CHF (MFH und Nichtwohnbauten) bis 25'000 CHF (EFH) plus einem Beitrag pro Wohneinheit von 6'000 CHF in MFH gefördert. Für Minergie-P werden die Grundbeiträge um 10'000 CHF aufgestockt und rund 7'000 CHF/Wohneinheit in MFH veranschlagt. Nichtwohnbauten erhalten zusätzlich einen Beitrag von 35 CHF/m² EBF. – Für Neubauten nach Minergie-P-Standard werden im Kanton Thurgau für EFH, MFH und Nichtwohnbauten rund 20'000 CHF Grundbeitrag und 3'500 CHF Zusatzbeitrag pro Wohnung veranschlagt. Nichtwohnbauten erhalten zusätzlich einen Beitrag von 15 CHF/m² EBF. <p>Wenn angenommen wird, dass jährlich 10-20 Gesamtsanierungen nach Minergie und ca. 10-15 Gesamtsanierungen nach Minergie-P und ca. 20 Neubauten nach Minergie-P unterstützt werden, dann wird sich die Fördersumme für die Steigerung der Wärmeeffizienz auf ca. 2.4 Mio. CHF/a belaufen (ca. 800'000 CHF/a je Bereich).</p>
Wirkungsabschätzung	<p>Für die Wirkungsabschätzung wird angenommen, dass mindestens die Wirkungsfaktoren³³ gemäss BFE 2010c erreicht werden. Die Sanierung nach Minergie weist demnach einen Wirkungsfaktor von 1.5 kWh/Rp., Minergie-P-Sanierungen und Neubauten nach Minergie-P weisen dagegen einen Wirkungsfaktor von ca. 0.5 bzw. 0.6 kWh/Rp. auf.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Endenergie: Im Jahr 2020 resultieren Einsparungen von ca. 42 GWh/a. — THG-Emissionen: Im Jahr 2020 resultieren Einsparungen von ca. 12'280 Tonnen THG/a.
Bewertung Verhältnis Ressourcen / Nutzen	<p>Primärenergie: + (46.5 CHF/MWh; Primärenergie-Faktor 1.25)</p> <p>THG-Emissionen: + (195 CHF/Tonne THG)</p>
Zusätzliche Nutzen und volkswirtschaftliche Effekte	<p>Die Förderbeiträge lösen ein Mehrfaches an Investitionen aus, die zu einem grossen Teil in das Baugewerbe fliessen und dort Arbeitsplätze schaffen.</p> <p>Eine gesteigerte Wärmeeffizienz verringert die negativen Wirkungen von zukünftig steigenden Energiepreisen und erhöht die Versorgungssicherheit.</p>
Zeithorizont	Langfristig (Lebensdauer Gebäude 50 bis 100 Jahre)
Indikator für Monitoring	Anzahl bewilligter Gesuche, Brennstoffverbrauch in kWh/Kopf
Zuständigkeit	Energiefachstelle des Kantons

Tabelle 20: Massnahmen zur Steigerung des Energieeffizienz in Gebäuden

Von den oben vorgeschlagenen Massnahmen und Fördermitteln für die Erhöhung der Wärmeeffizienz wären jährlich knapp 0.25% der Gebäude des Kantons betroffen (gemäss BFS verfügt der Kanton Schwyz im Jahr 2005 über 26'600 Gebäude). Bei einer Sanierungsrate von 2% würden rund 8% der Sanierungen vom Kanton unterstützt. Damit ist das Potenzial bei Weitem nicht ausgeschöpft (Potenzialanalyse: vgl. Kapitel 4.1.1).

³³ Gemäss BFE 2010c, S.10 entspricht der Wirkungsfaktor «den durch die direkte Förderung erzielten energetischen Wirkungen (über die Lebensdauer der Massnahmen) im Verhältnis zu den entsprechenden kantonalen Abgaben. Für die Bestimmung des Wirkungsfaktors werden aus methodischen Gründen nur die energetischen Wirkungen der direkten Förderung [ohne Förderung von indirekten Massnahmen, wie Kommunikation, Beratung, Aus- und Weiterbildung] über die Lebensdauer der Massnahmen berücksichtigt. Als direkte Förderung gilt eine Förderung, bei welcher der Fördersatz mindestens 10% der nicht amortisierbaren Mehrkosten (NAM) und mindestens zehn Prozent der Mehrinvestitionen ggü. der konventionellen Vergleichstechnologie abdeckt».

Die kantonalen Vorschriften sollten laufend den Bestimmungen der MuKE angepasst werden. Zusätzlich kann vom Kanton die Beseitigung von Hemmnissen auf der Gemeindeebene (Bau- und Zonenordnungen) angeregt werden. Bei der Nutzung von kantonalem Bauland sollen zudem Auflagen für eine hohe Energieeffizienz gemacht werden.

Zum Anstossen und zur Prüfung neuer Strategien beim Umbau von Gebäuden sind auch Kooperationen mit fortschrittlichen Unternehmungen sowie mit Forschungs- und Entwicklungsinstitutionen zu suchen und eine finanzielle Förderung von Pilot- und Demonstrationsprojekten zu prüfen (unter anderem für schützenswerte Bauten).

7.3.2 Erneuerbare Energien im Wärmebereich sowie Erhöhung der Exergienutzung

Die Erdwärme sowie die Sonnenenergie sind vom Potenzial her mit Abstand die wichtigsten ungenutzten erneuerbaren Energieträger im Wärmebereich. Die Nutzung von Abwärme aus Abwasserreinigungsanlagen, Energieholz und Abfallbiomasse sind weitere Bereiche mit Potenzialen im Kanton Schwyz. Grundsätzlich ist anzustreben, dass das begrenzte Biomassepotenzial hocheffizient in grösseren Anlagen genutzt wird (beim Stand der Technik 2010).

Herausforderungen und Hemmnisse

Bei der Steigerung des Einsatzes von erneuerbaren Energien bestehen ähnliche Hemmnisse wie bei der Steigerung der Energieeffizienz in Gebäuden. Es sind dies Restriktionen beim Investitionsbudget, mangelnde Wirtschaftlichkeit, die «Mieter-Vermieter-Problematik», Informations- und Vertrauensdefizite, eine langsame Durchsetzung von Innovationen und teilweise hemmende Bewilligungsverfahren (vgl. Kapitel 7.3.1).

Massnahmen

Aktuell werden im Kanton für den Ersatz fossiler Wärmeerzeugungsanlagen Holzheizungen, Erdsonden- und Grundwasserwärmepumpen, Luft-Wasser Wärmepumpen und Anschlüsse an Fernwärmesysteme gefördert.

Massnahme G-EE 1: Fördermassnahmen für erneuerbare Energien im Wärmebereich in Gebäuden

Für die Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien für die Bereitstellung der Wärme in Gebäuden werden folgende Massnahmenansätze empfohlen:

- 1 Weiterführung des aktuellen Förderprogramms für Sonnenkollektoren und den Ersatz fossiler Wärmeerzeugungsanlagen durch Holzheizungen, Wärmepumpen und Fernwärme
- 2 Förderung der Nutzung von Abwärme von ARA (und ev. von Industriebetrieben)
- 3 Differenzierung der Förderung von Holzfeuerungen mit Schwerpunkt auf Feuerungen mit einer Leistung >70 kW, die lufthygienisch unbedenklich sind
- 4 Förderung von Spezialprojekten, z.B. wärmegeführten Anlagen zur Produktion von Strom und Wärme

Zielgruppe	GebäudebesitzerInnen im Kanton Schwyz
------------	--

Voraussetzungen	Anpassung Energieverordnung
-----------------	-----------------------------

Massnahme G-EE 1: Fördermassnahmen für erneuerbare Energien im Wärmebereich in Gebäuden

Priorität	Hoch
Status gegenüber heute	Bestehende Massnahme mit neuen Förderkategorien
Ressourcenschätzung Kanton	Die bisherige Förderung des Kantons hat seit Start des Förderprogramms im April 2010 bis Ende 2010 Mittel im Umfang von knapp 4.2 Mio. CHF gebunden. Für die zukünftige Förderung wird angenommen, dass für erneuerbare Energien im Wärmebereich insgesamt 1.85 Mio. CHF/a reserviert werden (Sonnenkollektoren: 800'000 CHF/a, Abwärmenutzung: 250'000 CHF/a, Holzfeuerungen: 400'000 CHF/a und Spezialprojekte: 400'000 CHF/a). Mittel für Fernwärmenetze können in die Kategorien Abwärmenutzung, Holzfeuerungen und Spezialprojekte fallen.
Wirkungsabschätzung	Für die Wirkungsabschätzung wird angenommen, dass mindestens die Wirkungsfaktoren gemäss BFE 2010c erreicht werden (Sonnenkollektoren: ca. 0.9 kWh/Rp. [verglaste Flachkollektoren für Brauchwarmwasser], Abwärmenutzung: ca. 2.5 kWh/Rp., Holzfeuerungen: 2 kWh/Rp. (Annahme Grenzwerte LRV 2012 erfüllt), Spezialprojekte: 1.2 kWh/Rp.). <ul style="list-style-type: none"> — Endenergie: Im Jahr 2020 resultieren Einsparungen von ca. 110 GWh/a. — THG-Emissionen: Im Jahr 2020 resultieren Einsparungen von ca. 32'410 Tonnen THG/a.
Bewertung Verhältnis Ressourcen / Nutzen	Primärenergie: ++ (13.6 CHF/MWh, Primärenergie-Faktor 1.25) THG-Emissionen: ++ (57 CHF/Tonne THG)
Zusätzliche Nutzen und volkswirtschaftliche Effekte	Durch die Förderbeiträge wird ein Mehrfaches an Investitionen ausgelöst, die zu einem grossen Teil in das Bau- und das Haustechnikgewerbe fliessen und dort Arbeitsplätze schaffen. Eine gesteigerte Wärmeeffizienz verringert die negativen Wirkungen von zukünftig steigenden Energiepreisen und erhöht die Versorgungssicherheit.
Zeithorizont	Mittelfristig
Indikator für Monitoring	Anzahl bewilligte Gesuche, Brennstoffverbrauch in kWh/Kopf
Zuständigkeit	Energiefachstelle des Kantons

Tabelle 21: Massnahmen zur Förderung der erneuerbaren Wärmeproduktion

Mit den oben vorgeschlagenen Massnahmen und Fördermitteln für die Förderung der erneuerbaren Energien im Wärmebereich würden bei der Abwärmenutzung ca. 100% des eruierten Potenzials beim Energieholz ca. 40% und bei den Sonnenkollektoren ca. 7% des Potenzials erschlossen (Potenzialanalyse: vgl. Kapitel 4.2.1).

Die Massnahmen für die Steigerung der Wärmeeffizienz und die Erhöhung der Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmebereich führen schätzungsweise zu Gesamtwirkungen von rund 152 GWh/a. Damit wird etwa die Hälfte der Differenz zwischen Referenz- und Zielpfad im Jahr 2020 von 330 GWh/a Endenergie erreicht. Weitere Wirkungen werden durch das nationale Gebäudeprogramm erzielt. Zusätzlich können durch den Einsatz von mehr Fördergeldern, von Planungsinstrumenten (vgl. folgende Massnahme), durch freiwillige Massnahmen und durch den Ersatz von fossilen Feuerungen durch Wärmepumpen Wirkungen erzielt werden.

7.3.3 Planungsinstrumente im Wärmebereich und Zusammenarbeit mit Gemeinden

Richt- und Energieplanungen können einen wichtigen Beitrag zur optimalen Nutzung von erneuerbaren Energien und von Abwärme leisten. Mit diesen Planungsinstrumenten können Zonen festgelegt werden, die sich besonders für eine Erschliessung mit Fernwärme oder für die Nutzung von grösseren Abwärmequellen eignen. Daneben können die Prioritäten bei der gebietsweisen Versorgung mit leitungsgebundenen Energieträgern vorgegeben und Gebiete festgelegt werden, in denen beispielsweise aus Gründen des Grundwasserschutzes keine Erdwärmenutzung zugelassen ist.

Massnahme P-EE 1: Planungsinstrumente für erneuerbare Energien im Wärmebereich und verstärkte Zusammenarbeit mit den Gemeinden

Für die Koordination und Sicherstellung einer sinnvollen Nutzung von erneuerbaren Energien und von Abwärme im Wärmebereich, werden folgende Massnahmen empfohlen:

- 1 Erstellung und regelmässige Überarbeitung der kantonalen Energieplanung
- 2 Förderung der Erstellung von kommunalen Energieplanungen und kommunalen Potenzialanalysen

Zielgruppe	Kantonale und kommunale Verwaltungen
Voraussetzungen	keine
Priorität	Hoch (da kostengünstig und wirkungsvoll)
Status gegenüber heute	Erweiterung der bestehenden Richtplanung mit einem Energieteil; die Erstellung von kommunalen Energieplanungen ist eine neue Massnahme.
Ressourcenschätzung Kanton	Es wird angenommen, dass der Aufwand für den kantonalen Energierichtplan und die verstärkte Zusammenarbeit mit den Gemeinden mit ca. 20-30 Stellenprozenten (ca. 40'000 CHF/a) abgedeckt werden kann.
Wirkungsabschätzung	Nicht quantifizierbar (wirkt unterstützend für die anderen Massnahmen)
Bewertung Verhältnis Ressourcen / Nutzen	Nicht quantifizierbar (wirkt unterstützend für die anderen Massnahmen)
Zusätzliche Nutzen und volkswirtschaftliche Effekte	Nicht quantifizierbar (wirkt unterstützend für die anderen Massnahmen)
Zeithorizont	Langfristig
Indikator für Monitoring	Vorhandensein eines aktuellen kantonalen Richtplans Energie Anzahl Gemeinden mit kommunaler Energieplanung
Zuständigkeit	Energiefachstelle des Kantons

Tabelle 22: Massnahmen im Bereich Planungsinstrumente im Wärmebereich

7.4 Aus- und Weiterbildung, Information, Kommunikation und Beratung

7.4.1 Aus- und Weiterbildung

Ausgangslage

Diverse Hemmnisstudien belegen Wissensdefizite bei EnergieverbraucherInnen (bspw. im Mobilitätsbereich über ÖV-Angebote und ihre Nutzung), bei InvestorInnen, EigentümerInnen, Bauherrschaften (fehlende Bauherrenkompetenz), Banken, Versicherungen, bei der Immobilienwirtschaft sowie bei Unternehmungen, die in energie- und klimarelevanten Bereichen Produkte und Leistungen anbieten (bspw. ImmobilienbewirtschafterInnen, ArchitektInnen, HLK-IngenieurInnen, InstallateurInnen, Unternehmungen im Baubereich).

Gleichzeitig bestehen Ausbildungsdefizite vor allem im HLK-Bereich, welche die Diffusion von Innovationen im Energiebereich verringern. In den Berufslehren sind ebenfalls Defizite festzustellen (ungenügende Verankerung von Energieaspekten in Lehrplänen; Meier 2006).

Aus- und Weiterbildung sind ausgesprochene Querschnittsaufgaben. Je aktiver die Energie- und Klimapolitik wird und je ambitioniertere Ziele sie verfolgt, umso wichtiger werden begleitende Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten, damit die involvierten Akteure zielgerechte Entscheidungen fällen bzw. adäquate Leistungsangebote bereitstellen können. Aus- und Weiterbildung können somit für die Anwendung innovativer Massnahmen und Technologien eine zentrale Rolle spielen: Sie sind ein wesentlicher Faktor zur Reduktion von Umsetzungsdefiziten.

Die Wirksamkeit von Aus- und Weiterbildungsangeboten kann erhöht werden, wenn sie in eine langfristige Klima- und Energiepolitik mit der Vision 2000-Watt-Gesellschaft eingebettet wird.

Im Schwerpunkt Bildung, Ausbildung, Weiterbildung geht es in erster Linie, um einen gezielten Auf- und Ausbau von Kompetenzen bei den lokalen Fachpersonen, die in Kontakt mit KundInnen stehen und konkrete Lösungen für Bauen, Beratung, Energie- und Stromeffizienz, Einsatz erneuerbarer Energien und die anderen angesprochenen Bereiche entwickeln und anbieten. Solche Fachpersonen können als Multiplikatoren für die Verbreitung von Lösungen in den relevanten Bereichen wirken. Ein Ziel der Massnahmen im Bildungsbereich ist auch die Bekanntmachung der und die Schaffung von Akzeptanz für die Vision der 2000-Watt-Gesellschaft als eine plausible und (zumindest von der Richtung her) notwendige Antwort auf wichtige gesellschaftliche Herausforderungen, wie Peak Oil, Klimawandel und Klimagerechtigkeit, Sicherheit und Unabhängigkeit.

Zielgruppen für Bildung, Aus- und Weiterbildung

Aus- und Weiterbildungsangebote sind auf verschiedenen Stufen auf unterschiedliche Akteure auszurichten und müssen sachgerechte Inhalte aufweisen. Im Zentrum stehen die Ausbildungslehrgänge in den Bereichen Bauen, Architektur, Gebäudetechnik, bzw. Heizung, Lüftung und Klima, Elektrizität (HLKE) und Immobilienbewirtschaftung. Eine

weitere Zielgruppe sind die VerkäuferInnen von Geräten, Leuchtmitteln und Lampen in Baumärkten. Eine Studie von econcept zeigt, dass beim Verkauf effizienter Beleuchtung Handlungsbedarf besteht und dass die VerkäuferInnen entsprechende Schulungen wünschen würden (econcept / TEP Energy 2010).

Wichtige Zielgruppen sind AnbieterInnen von Beratungsleistungen und Unternehmungen/Mitarbeitende im Bau- und HLKE-Bereich, bei denen mit attraktiven Weiterbildungsangeboten die Promotion und der Einsatz innovativer Technologien und die Ausschöpfung von Energieeffizienzpotenzialen sowie Möglichkeiten zur Produktion Erneuerbarer geschult werden soll. Eine Zielgruppe können auch die öffentlichen Schulen sein, die in ihre Curricula Aspekte von Nachhaltigkeit, sorgsamem Ressourceneinsatz, Energieeffizienz, Nutzung erneuerbarer Energien und Suffizienz aufnehmen sollten (kein neues Fach, sondern Einbau in existierenden Stoff).

Massnahmen Bildung, Ausbildung, Weiterbildung

Eine Aus- und Weiterbildungsinitiative wird zweckmässigerweise in Zusammenarbeit mit den jeweiligen Verbänden sowie der Wirtschaft und weiteren InteressentInnen konzipiert und anschliessend umgesetzt. Der Kanton kann dabei eine partizipative, ev. eine moderierende oder u.U. eine vorübergehend initialisierende Funktion anstreben. Der Handlungsspielraum des Kantons ist begrenzt, überregionale bzw. nationale Bildungsangebote werden zweckmässigerweise nicht durch den Kanton alleine initialisiert. Der Massnahmenstart erfolgt mit Vorteil mit der Erarbeitung eines Aus-/ Weiterbildungsconzeptes für den HLKE-Bereich, wo der Handlungsbedarf tendenziell am grössten ist. In einer ersten Phase geht es stark darum, zusammen mit den relevanten Verbänden die zurzeit aktiven Fachkräfte und Unternehmungen in Weiterbildungsveranstaltungen zu bringen, welche gut neben der Arbeit besucht werden können. Längerfristig ist es aber denkbar, dass sich VertreterInnen des Kantons an der Ausarbeitung von Leitbildern, Leistungsaufträgen, Bildungsplänen, etc. von Hochschulen, Berufsschulen und weiteren Ausbildungsinstitutionen beteiligen, ihre Bedürfnisse einbringen und inhaltliche Inputs machen können.

Die niederschweligen, (kurzen) Weiterbildungsangebote am Nachmittag oder Abend werden in der Regel schon heute rege nachgefragt und widerspiegeln das Weiterbildungsbedürfnis in den jeweiligen Branchen. Bei diesen Angeboten besteht zurzeit wenig Handlungsbedarf. Sie müssen jedoch gesichert und weitergeführt werden. Unter anderem bieten derartige Veranstaltungen auch eine feste Plattform zur periodischen Kommunikation und zur Erklärung von energie- und klimapolitischen Massnahmen bzw. von veränderten rechtlichen Rahmenbedingungen und Vollzugsrichtlinien.

Massnahme A1: Massnahmen für eine verbesserte Aus- und Weiterbildung von lokalen Fachkräften

Folgende Massnahmenansätze werden empfohlen:

- 1 Konzept Aus- und Weiterbildung im Kanton Schwyz im Hinblick auf die 2000-Watt-Gesellschaft: Gemeinsam mit den relevanten Fachverbänden soll eine Aus- und Weiterbildungsstrategie mit einem zugehörigen Umsetzungskonzept erarbeitet werden. Dazu gehören: Identifikation der Zielgruppen für Ausbildung und ihrer Bedürfnisse, Identifikation der bestehenden Ausbildungsangebote mit Anpas-

Massnahme A1: Massnahmen für eine verbesserte Aus- und Weiterbildung von lokalen Fachkräften

- sungsbedarf/-möglichkeiten und Angebotslücken, Initialisierung der als erforderlich erachteten Aus-/Weiterbildungsangebote
- 2 Aus-/Weiterbildungsinitiative im HLKE-Bereich: Zusammen mit anderen Kantonen der Zentralschweiz und den zentralen Bildungsinstitutionen sowie den Verbänden werden die Aus- und Weiterbildungsangebote im HLKE-Bereich überprüft, mit dem Ziel, allfällige Defizite zu beheben und Verbesserungen anzuregen.
 - 3 Weiterentwicklung / Beibehaltung der niederschweligen Weiterbildungs- und Informationsangebote wie Energie-Apéro
 - 4 Zertifizierung von Fachleuten im Energiebereich: Der Kanton prüft gemeinsam mit den anderen Kantonen der Zentralschweiz, den zentralen Bildungsinstitutionen, mit den Verbänden und mit den beruflichen Ausbildungsinstitutionen die Schaffung von Weiterbildungszertifikaten. Damit kann bei schon Ausgebildeten ein Anreiz zur Weiterbildung geschaffen werden, weil sie ohne Zertifikat u.U. von bestimmten Aufträgen ausgeschlossen werden.

Zielgruppe	Fachleute im Energiebereich
Voraussetzungen	keine
Priorität	Mittel
Status gegenüber heute	Ausbau der heutigen Aktivitäten
Ressourcenschätzung Kanton	Ca. 10-20 Stellenprozente für Massnahmen A1 und I1
Wirkungsabschätzung	Nicht quantifizierbar (wirkt unterstützend für die anderen Massnahmen)
Bewertung Verhältnis Ressourcen / Nutzen	Nicht quantifizierbar (wirkt unterstützend für die anderen Massnahmen)
Zusätzliche Nutzen und volkswirtschaftliche Effekte	Nicht quantifizierbar (wirkt unterstützend für die anderen Massnahmen)
Zeithorizont	Langfristig
Indikator für Monitoring	Anzahl Angebote und Besucherzahlen
Zuständigkeit	Energiefachstelle des Kantons

Tabelle 23: Massnahmen für die verstärkte Aus- und Weiterbildung im Energiebereich

7.4.2 Information, Kommunikation und Beratung

Die Bedeutung von Information, Kommunikation und Beratung

Für eine Energiepolitik, die aktiv relevante Veränderungen anstrebt, sind Information, Kommunikation aber auch Beratung zentrale Begleitmassnahmen. Klare Zielsetzungen sowie kontinuierliche Information über die anvisierten Zwischenziele und die ergriffenen Massnahmen mit ihren Vor- und Nachteilen sowie über die erzielten Erfolge, Wirkungen und Leuchtturmprojekte sollen Verständnis für den Handlungsbedarf bzw. die Aufgabe sowie Akzeptanz und Motivation für die zu ergreifenden Massnahmen schaffen.

Eine zentrale Grundaufgabe der öffentlichen Hand ist die Information und Kommunikation über die geltenden Rahmenbedingungen und die geltenden Reglemente, Weisungen und Vorschriften, damit die beabsichtigten Verhaltensänderungen eintreten bzw. leichter

durchsetzbar sind. Im Rahmen der aktiven Energiepolitik verändern sich die Rahmenbedingungen in der Regel stärker und häufiger. Neben Information und Kommunikation werden Beratungsangebote wichtig für die Erleichterung der Umsetzung der veränderten Rahmenbedingungen.

Dauerhafte Verhaltensänderungen werden in der Regel nicht durch die Änderung des Verhaltens Einzelner erreicht, sondern durch Verhaltensänderungen in sozialen Gruppen, in denen der Einzelne sich bewegt. Erfolgversprechende Kommunikation spricht demnach spezifische soziale Gruppen an und versucht sie für die neuen energiepolitischen Ziele zu gewinnen. Dies kann über VertreterInnen von sozialen Gruppen geschehen (Quartiervereine, Kirchengemeinschaften, ...) und beinhaltet auch eine aktive Beteiligung der Bevölkerung bei der Umsetzung von neuen Strategien im Hinblick auf die 2000-Watt-Gesellschaft. Dabei ist Motivation zu schaffen, Vorbilder sollen präsentiert und Wissens-, Werte- und Verhaltensänderungen mit positiven Gefühlen verbunden werden (Lust, Freude, Wohlbefinden...). Anlässe mit der Möglichkeit von zweiseitiger Kommunikation mit den AdressatInnen sind anzustreben. Folgende Möglichkeiten könnten umgesetzt werden:

- Handlungsanreize (finanziell, sozial)
- Abschluss von Vereinbarungen (z.B. Absenkung des Stromverbrauchs)
- Rückmeldungen erzielter Wirkungen (zielt auf Festigung des erlernten Verhaltens ab)
- Thematisierung der 2000-Watt-Gesellschaft in den Schulen, langfristige Schülerprojekte mit realer Wirkung.

Ebenso empfehlen wir den Aufbau einer Zusammenarbeit mit den wichtigsten GrossverbraucherInnen im Kanton Schwyz. Dies können VerwalterInnen oder BesitzerInnen grösserer Liegenschaften oder auch Firmen mit grösserem Energiebedarf sein.

Informations-, Kommunikations- und Beratungs-Massnahmen

Die Vision der 2000-Watt-Gesellschaft ist ungewohnt langfristig ausgerichtet und wirkt aus heutiger Sicht ungewohnt ambitiös. Soll diese Langfristzielsetzung wirksam werden, sind darauf ausgerichtete Informations- und Kommunikationsaktivitäten unerlässlich: kontinuierliche/periodische Information und Kommunikation über die Ziele, den bestehenden Handlungsbedarf bzw. die Herausforderungen, die energie- und klimapolitische Strategie des Kantons, die laufenden Aktionen und Bestrebungen, die erzielten Erfolge und die positiven Nebenwirkungen der Energie- und Klimapolitik für die Wirtschaft und die BewohnerInnen des Kantons. Zu diesem Zweck ist ein Informations- und Kommunikationskonzept zu erarbeiten, mit welchem die eingesetzten Massnahmen geplant werden. Mögliche Massnahmen:

- Kampagne zur Etablierung der Vision der 2000-Watt-Gesellschaft und zur Information über die Zielsetzungen, den Handlungsbedarf und den Zeithorizont

- Überprüfung der aktuellen Beratungsangebote, Prüfung der Einführung von neuen Angeboten für Unternehmen und KMU

Massnahme I1: Information, Kommunikation und Beratung für die Bevölkerung

Folgende Massnahmenansätze werden empfohlen:

- 1 Weiterführung und Vertiefung des bestehenden Beratungsangebots
- 2 Erarbeitung eines Informations- und Kommunikationskonzepts für die Energiestrategie in Richtung «2000 Watt im Kanton Schwyz», allenfalls ergänzt durch ein Beratungskonzept (kann auch separat erstellt werden). Wenn möglich sollen bestehende Kanäle (z.B. Feuerungskontrolle) für die zielgruppenspezifische Verbreitung von Informationen genutzt werden. Im Informations- und Kommunikationskonzept werden für 1-3 Jahre die geplanten Aktionen, Instrumente, Kampagnen, die thematischen Schwerpunkte und die Zielgruppen festgelegt und die Mittel zugeteilt. Die Schnittstellen und die Koordination mit Informations- und Kommunikationsangeboten in der kantonalen Verwaltung, von Gemeinden, anderen Kantonen, Bund und Weiteren müssen dabei geklärt werden.
- 3 Kommunikation vorbildlicher Massnahmen des Kantons und ihrer Wirkungen (z.B. Reduktion von Energie- und Treibhausgasemissionen kantonalen Gebäude, ökologische Beschaffung, etc.). Es ist dabei zu prüfen, welches (möglichst schon bestehende) Kommunikationsmittel sich dafür eignen würde.
- 4 Kommunikation von Leuchtturmprojekten (herausragende Projekte). Leuchtturmprojekte weisen Ausstrahlungskraft auf, demonstrieren Machbarkeiten und vermitteln Orientierung.
- 5 Stelle eines kantonalen 2000-Watt-Coachs schaffen: Die im Gebäudebereich bewährte Beratung mittels "Energie-Coach" könnte im Kanton Schwyz als "2000-Watt-Coach" lanciert werden.
- 6 Ausbau der Beratung von Haushalten im Strombereich mit Aktionen zur Erhöhung der Bekanntheit von einfach umzusetzenden Stromsparmassnahmen und Aktionen für die Förderung effizienter Haustechnik. Hier wird eine Zusammenarbeit mit dem installierenden Gewerbe empfohlen.
- 7 Stärkere Sensibilisierung der Haushalte zur Notwendigkeit, sparsam und effizient mit Strom umzugehen. Hierfür bieten sich z.B. Beilagen in der Stromabrechnung (oder eine Neugestaltung der Stromabrechnung mit bspw. der Angabe des Verlaufs und des typischen Verbrauchs eines Vergleichshaushaltes) oder Plakatkampagnen an. In diesem Bereich kann auch die Smart Metering Technologie genannt werden, zu deren Einführung der Kanton allenfalls beitragen kann.
- 8 Die Förderung der Betriebsoptimierung von haustechnischen Anlagen soll als kurzfristig umsetzbare Massnahme bei der Beratung von HausbesitzerInnen eingesetzt werden. Eine Kombination aus einem Check der bestehenden Anlagen und dem stufenweisen Aufzeigen von Verbesserungsmöglichkeiten (1. Sofortmassnahmen ohne grosse Investitionen, 2. mittlere Investitionen, 3. komplette Umrüstung auf die neueste und effizienteste Technik) soll HausbesitzerInnen zur Verbesserung der haustechnischen Anlagen bewegen (eine Art «Energho» für Privathaushalte). Dabei soll aufgezeigt werden, wie schnell sich die Investitionen amortisieren. Dieses Angebot könnte eventuell mit den lufthygienischen Kontrollen kombiniert, bzw. beworben werden. Bei der Erneuerung von HLKE-Anlagen soll der Einsatz energieeffizienter HLKE-Systeme gefördert werden (Ersatz Elektroheizungen und -boiler, Abwärme-/ Fernwärmenutzung, Einbau Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung, neue Lösungen bei Ersatz/Sanie rung Öltank).
- 9 Regelmässige Überprüfung der Beratungsangebote und Anpassung an sich wandelnde Bedingungen.

Zielgruppe	Sämtliche EnergiekonsumentInnen im Kanton Schwyz
Voraussetzungen	Keine
Priorität	Mittel
Status gegenüber heute	Ausbau bestehender Massnahmen
Ressourcenschätzung Kanton	Ca. 10-20 Stellenprozent für Massnahmen A1 und I1 (ohne Stelle einer/s 2000-Watt-Coach)
Wirkungsabschätzung	Nicht quantifizierbar (wirkt unterstützend für die anderen Massnahmen)
Bewertung Verhältnis Res-	Nicht quantifizierbar (wirkt unterstützend für die anderen Massnahmen)

Massnahme I1: Information, Kommunikation und Beratung für die Bevölkerung

sources / Nutzen

Zusätzliche Nutzen und volkswirtschaftliche Effekte	Nicht quantifizierbar (wirkt unterstützend für die anderen Massnahmen)
---	--

Zeithorizont	Kurz- bis mittelfristig
--------------	-------------------------

Indikator für Monitoring	-
--------------------------	---

Zuständigkeit	Energiefachstelle des Kantons
---------------	-------------------------------

Tabelle 24: Massnahmen für Information, Kommunikation und Beratung

7.5 Vorbildwirkung des Kantons Schwyz

Der Kanton Schwyz übernimmt eine Vorbildfunktion bei den energie- und klimapolitischen Massnahmen. Damit wird die Glaubwürdigkeit der kantonalen Energiepolitik demonstriert und die Sensibilisierung der Bevölkerung angestrebt.

Mit herausragenden energietechnischen Lösungen (Bauten, Infrastrukturen, Anlagen), Verfahren (z.B. Investitionsrichtlinien, Evaluationsverfahren) und Beratungsangeboten werden die Machbarkeit und die Vorteile zukunftsorientierter energie- und klimapolitischer Lösungen aufgezeigt (sogenannte «Leuchttürme») und aktiv kommuniziert. Der Kanton übernimmt hierfür in den oben aufgeführten Massnahmenswerpunkte für Elektrizität und Wärme eine Vorbildfunktion, liefert gute Handlungsbeispiele und sorgt für die wirksame Kommunikation der erzielten Wirkungen und Erfolge.

In der ersten Massnahme wird der Elektrizitätsbereich thematisiert:

Massnahme K 1: Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und der erneuerbaren Energien im Elektrizitätsbereich

Folgende Ansätze werden empfohlen:

- 1 Der Kanton forciert in der Verwaltung die systematische Steigerung der Stromeffizienz nach den im Massnahmenansatz S-EF 1 beschriebenen Massnahmen. Besonderer Wert sollte auf die Beschaffung effizienter Geräte gelegt werden, da ein einmal angeschafftes Gerät den Stromverbrauch für die ganze Gerätenutzungsdauer vorgibt.
- 2 Als Stromeinkäufer beschafft der Kanton in Zukunft vermehrt Ökostrom (Strom aus erneuerbaren Energien der Qualität «naturemade star» (vgl. www.naturemade.ch) und realisiert auf den eigenen Dächern Photovoltaikanlagen. Gemäss den Zielsetzungen von Energiestadt (2010) soll der Kanton bis 2020 100% Ökostrom beziehen.

Zielgruppe	Kantonale Verwaltung
------------	-----------------------------

Voraussetzungen	Keine
-----------------	-------

Priorität	Hoch (wegen Vorbildwirkung)
-----------	-----------------------------

Status gegenüber heute	Neue Massnahme
------------------------	----------------

Ressourcenschätzung Kanton	Für die Ressourcenschätzung wird eine Annahme darüber getroffen, welchen Aufpreis der Kanton für 100% Ökostrom bezahlen müsste (hier 3 Rp. /kWh). Für die Stromeffizienz wird angenommen, dass der Kanton proportional etwas mehr Mittel investiert, wie für die Steigerung der Stromeffizienz im gesamten Kanton. Damit wird der <i>zusätzliche</i> Ressourcenbedarf des Kantons auf ca. 150'000
----------------------------	---

	CHF/a geschätzt.
Wirkungsabschätzung	Es wird geschätzt, dass der Strombedarf der Verwaltung bis 2020 um 10% verringert und dass der verbleibende Strombedarf zu 100% aus erneuerbarem Strom gedeckt wird.
Bewertung Verhältnis Ressourcen / Nutzen	Nicht quantifizierbar
Zusätzliche Nutzen und volkswirtschaftliche Effekte	Durch die Investitionen in Ökostrom kann der Bau von regionalen Stromproduktionsanlagen gefördert werden (dies hängt vom Angebot der versorgenden Elektrizitätswerke (EW) ab). Im Falle des Kantons wird empfohlen, zusammen mit dem versorgenden EW eine Regelung für die Reinvestitionen der kantonalen Mittel in regionale Anlagen auszuarbeiten. Eine gesteigerte regionale Stromproduktion aus erneuerbaren Energien verringert die negativen Wirkungen von zukünftig steigenden Strompreisen und ermöglicht eine bessere Angleichung von Angebot und Nachfrage.
Zeithorizont	Bis 2020
Indikator für Monitoring	Anteil zertifizierter Ökostrom am Gesamtstrombezug der kantonalen Verwaltung
Zuständigkeit	Energiefachstelle des Kantons

Tabelle 25: Massnahmen für die kantonale Verwaltung zur Steigerung der Energieeffizienz und der erneuerbaren Energien im Elektrizitätsbereich

In der folgenden Massnahme für die kantonale Verwaltung wird der Wärmebereich thematisiert:

Massnahme K 2: Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und der erneuerbaren Energien im Wärmebereich

Folgende Ansätze werden empfohlen:

- 1 Der energetische Standard von Neubauten des Kantons soll sich am Gebäudestandard 2010 von Energiestadt orientieren und laufend den neuen Standards angepasst werden. Mit diesem werden die Weichen in Richtung der 2000-Watt-Gesellschaft gestellt. Dieser Gebäudestandard wird periodisch angepasst und verschärft. Wenn möglich und wirtschaftlich tragbar, sollen die Vorgaben von Minergie-P erreicht werden. Die Stadt Zürich hält bspw. in ihren 7 Meilenschritten fest, dass bei allen Bauaufgaben geprüft werden soll, ob diese sich für weitergehende Anforderungen als im Gebäudestandard 2010 vorgeschrieben eignen. Damit wird die vermehrte Umsetzung von Neubauten und Umbauten mit dem Minergie-P Standard angestrebt.
- 2 Ein Sanierungsplan für die kantonalen Liegenschaften dient dazu die im Wärmeschwerpunkt beschriebene Erhöhung der energetischen Sanierungsrate erreichen zu können.
- 3 Mit sinkendem Energiebedarf der Gebäude steigt die Relevanz der grauen Energie beim Bauen, weswegen diese von Anfang an mitberücksichtigt werden soll.
- 4 Für die Nutzung erneuerbarer Energien in der Haustechnik sollen beim Ersatz bestehender Anlagen systematisch die Nutzungsmöglichkeiten von erneuerbaren Energien oder Wärmekraftkopplungsanlagen geprüft und auch umgesetzt werden. Für Einrichtungen mit einem hohen ganzjährigen Warmwasserbedarf soll die Installation von Sonnenkollektoranlagen geprüft werden.
- 5 Bei dicht überbauten Gebieten kann der Kanton auch den Neubau von Wärmenetzen zur effizienten Nutzung erneuerbarer Energien in Betracht ziehen.

Zielgruppe	Kantonale Verwaltung
Voraussetzungen	Keine
Priorität	Hoch (wegen Vorbildwirkung)
Status gegenüber heute	Neue Massnahme
Ressourcenschätzung Kanton	Der Ressourcenaufwand hängt stark von der Substanz der kantonalen Gebäude und den konkreten Sanierungsplänen ab. Als grober Richtwert wird hier angenommen, dass sowohl für die Erhöhung der Wärmeeffizienz als auch die Produktion von erneuerbarer Wärme rund 40'000 CHF/a <i>zusätzlich</i> investiert werden.

Massnahme K 2: Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und der erneuerbaren Energien im Wärmebereich

Wirkungsabschätzung	Es wird angenommen, dass der Wärmebedarf der kantonalen Bauten bis 2020 um 20% gesenkt und der Anteil von erneuerbarer Wärme auf ca. 4 GWh/a gesteigert werden kann.
Bewertung Verhältnis Ressourcen / Nutzen	Nicht quantifizierbar
Zusätzliche Nutzen und volkswirtschaftliche Effekte	Die kantonalen Investitionen lösen ein Mehrfaches an Investitionen aus, die zu einem grossen Teil in das Baugewerbe fliessen und dort Arbeitsplätze schaffen. Eine gesteigerte Wärmeeffizienz verringert die negativen Wirkungen von zukünftig steigenden Energiepreisen und erhöht die Versorgungssicherheit.
Zeithorizont	Langfristig (Lebensdauer Gebäude 50 bis 100 Jahre)
Indikator für Monitoring	Wärmebedarf der kantonalen Gebäude und Versorgungsgrad mit erneuerbaren Energien im Wärmebereich
Zuständigkeit	Energiefachstelle des Kantons

Tabelle 26: Massnahmen für die kantonale Verwaltung zur Steigerung der Energieeffizienz und der erneuerbaren Energien im Wärmebereich

Der dritte Massnahmenbereich umfasst das Beschaffungswesen:

Massnahme K 3: Beschaffung nach den Grundsätzen des schonenden Umgangs mit Ressourcen und der Minimierung des Einsatzes an grauer Energie.

Bei Beschaffungsentscheidungen der kantonalen Verwaltung sollten die Grundsätze des schonenden Umgangs mit Ressourcen sowie der Minimierung des Energieeinsatzes und der CO₂-Emissionen als Leitlinien verankert werden. Grundsätzlich muss dafür der ganze Lebenszyklus eines Produkts berücksichtigt werden. So sollten beispielsweise möglichst rezyklierte Baumaterialien bzw. Baumaterialien und Möbel aus heimischer oder nachweislich nachhaltig wirtschaftender Holzwirtschaft eingesetzt, vermehrt saisonale und vegetarische Gerichte angeboten, wieder verwertbare Materialien bevorzugt und Papier aus Recyclingfasern eingesetzt werden.

Zielgruppe	Kantonale Verwaltung
Voraussetzungen	Als Instrument zur Umsetzung dieser Grundsätze ist eine Investitions- und Beschaffungsrichtlinie für die kantonale Verwaltung zu erarbeiten und zu erlassen.
Priorität	Hoch (wegen Vorbildwirkung)
Status gegenüber heute	Neue Massnahme
Ressourcenschätzung Kanton	Nicht quantifizierbar
Wirkungsabschätzung	Es wird angenommen, dass für die Massnahmen im Beschaffungswesen und für die Information sowie Aus- und Weiterbildung innerhalb der kantonalen Verwaltung zusätzlich zum geschätzten Ressourcenbedarf für die Massnahmen I1 und A1 (20-30 Stellenprozent) mindestens 10'000 CHF/a aufgewendet werden.
Bewertung Verhältnis Ressourcen / Nutzen	Nicht quantifizierbar
Zusätzliche Nutzen und volkswirtschaftliche Effekte	Nicht quantifizierbar
Zeithorizont	Nicht quantifizierbar
Indikator für Monitoring	Nicht quantifizierbar

Massnahme K 3: Beschaffung nach den Grundsätzen des schonenden Umgangs mit Ressourcen und der Minimierung des Einsatzes an grauer Energie.

Zuständigkeit	Energiefachstelle des Kantons bzw. sämtliche Stellen, die in das kantonale Beschaffungswesen involviert sind
---------------	--

Tabelle 27 Massnahmen für die kantonale Verwaltung für die Beschaffung nach Grundsätzen des schonenden Umgangs mit Ressourcen und der Minimierung des Einsatzes an grauer Energie

Der vierte Massnahmenbereich umfasst sämtliche Begleitmassnahmen in den Bereichen Aus- und Weiterbildung sowie Information, Kommunikation und Beratung.

Massnahme K 4: Begleitmassnahmen in den Bereichen «Bildung, Aus- und Weiterbildung», «Information, Kommunikation und Beratung»

- 1 Bildung, Aus- und Weiterbildung: Die kantonale Verwaltung (ProjektleiterInnen, Hauswarte usw.) wird über die Zielsetzungen der 2000-Watt-Strategie und die konkreten Handlungsmöglichkeiten informiert und in ihren Fachgebieten entsprechend geschult (Minergie-P, Stromeffizienz, usw.).
- 2 Information, Kommunikation, Beratung: Über eine breit angelegte Informationskampagne sollen die Ziele und Gründe einer 2000-Watt-Gesellschaft verwaltungsintern kommuniziert und der Bezug der Zielsetzungen der 2000-Watt-Gesellschaft zu den Zielen und Aktivitäten der einzelnen Verwaltungsteilungen hergestellt werden. Damit soll die Kohärenz in der Politik gefördert werden.

Zielgruppe	Kantonale Verwaltung
Voraussetzungen	Keine bzw. genügende personelle Ressourcen
Priorität	Hoch (wegen Vorbildwirkung)
Status gegenüber heute	Neue Massnahme
Ressourcenschätzung Kanton	Es wird angenommen, dass für die Massnahmen im Beschaffungswesen und für die Information sowie Aus- und Weiterbildung innerhalb der kantonalen Verwaltung zusätzlich zum geschätzten Ressourcenbedarf für die Massnahmen I1 und A1 (20-30 Stellenprozent) mindestens 10'000 CHF/a aufgewendet werden.
Wirkungsabschätzung	Nicht quantifizierbar
Bewertung Verhältnis Ressourcen / Nutzen	Nicht quantifizierbar
Zusätzliche Nutzen und volkswirtschaftliche Effekte	Nicht quantifizierbar
Zeithorizont	Nicht quantifizierbar
Indikator für Monitoring	Nicht quantifizierbar
Zuständigkeit	Energiefachstelle des Kantons

Tabelle 28 Begleitmassnahmen für die kantonale Verwaltung in den Bereichen Bildung, Aus- und Weiterbildung sowie Information, Kommunikation und Beratung

Sämtliche Massnahmen für die Vorbildwirkung der kantonalen Verwaltung würden bei den oben vorgenommenen Ressourcenschätzungen zusätzliche Mittel in der Höhe von ca. 200'000 CHF/a binden.

7.6 Zusammenfassung der vorgeschlagenen Massnahmen

Die folgende Tabelle zeigt die Übersicht der in den vorangehenden Kapiteln besprochenen Massnahmen:

Massnahmen	Ressourcen-	Wirkungen im	Wirkungen	Ressourcen-	
	schätzung	Jahr 2020	im Jahr	Wirkung	
	1000 CHF/a	(Endenergie)	2020 (CO ₂)	(Primärenergie)	
		GWh/a	t CO ₂ eq/a	CHF/ MWh PE	CHF/ t CO ₂
Elektrizität					
S-EF 1: Förderung der Stromeffizienz in Haushalten	1'000	29	2115	12.5	473
S-EF 2: Gesetzliche Vorschriften für eine effiziente Elektrizitätsnutzung	40	80	5925	0.2	7
S-EF 3: Steigerung der Stromeffizienz in DL, I und Gewerbe	Vgl. S-EF 1	Vgl. S-EF 1	Vgl. S-EF 1	Vgl. S-EF 1	Vgl. S-EF 1
S-EE 1: Fördermassnahmen zur Steigerung der erneuerbaren Stromproduktion	1'000	12	901	29.4	1'110
S-EE 2: Spezialmassnahmen für die Förderung der erneuerbaren Stromproduktion und die Absenkung des Primärenergieanteils	n. q.	n. q.	n. q.	n. q.	n. q.
TOTAL STROM	2'040	121	8'940	14	228
Wärme					
G-EF 1: Fördermassnahmen zur Steigerung der Wärmeeffizienz von Gebäuden	2'400	42	12'280	46.5	195
G-EE 1: Fördermassnahmen für erneuerbare Energien im Wärmebereich	1'850	110	32'410	13.6	57
P-EE 1: Planungsinstrumente und Zusammenarbeit mit Gemeinden	40	n. q.	n. q.	n. q.	n. q.
TOTAL Wärme	4'290	152	44'690	22.5	95
Aus- und Weiterbildung, Information, Kommunikation und Beratung					
A1: Verbesserte Aus- und Weiterbildung von lokalen Fachkräften	20	n. q.	n. q.	n. q.	n. q.
I1: Information, Kommunikation und Beratung für die Bevölkerung	20	n. q.	n. q.	n. q.	n. q.
TOTAL A+I	40	n. q.	n. q.	n. q.	n. q.
Vorbildwirkung des Kantons Schwyz					
K1: Steigerung der Energieeffizienz und der erneuerbaren Energien im Elektrizitätsbereich	150	0.5 (EFF) 4 (EE)	n. q.	n. q.	n. q.
K2: Steigerung der Energieeffizienz und der erneuerbaren Energien im Wärmebereich	40	1.7 (EFF) 4 (EE)	n. q.	n. q.	n. q.
K3: Beschaffung ressourceneffizient ausgestalten	5	n. q.	n. q.	n. q.	n. q.
K4: Begleitmassnahmen für Bildung, Information, Kommunikation und Beratung	5	n. q.	n. q.	n. q.	n. q.
TOTAL Kantonale Verwaltung	200	ca. 10	n. q.	n. q.	n. q.
Massnahmenprogramm insgesamt	6'570	282	55'645	n. q.	n. q.

Tabelle 29: Übersicht über alle vorgeschlagenen Massnahmen der Energiestrategie des Kantons Schwyz bis 2020

7.7 Regionale und volkswirtschaftliche Wirkungen

Die Umsetzung der skizzierten Massnahmenansätze der Energiestrategie des Kantons Schwyz bringt neben Reduktionen beim Energieeinsatz und den THG-Emissionen weitere positive Effekte für den Kanton:

- 1 Die nicht im Energiepreis enthaltenen Folgekosten des Energieverbrauchs (externe Kosten), wie bspw. Gesundheitskosten durch Luftverschmutzung und Lärmemissionen, werden reduziert. Als Beispiel seien hier die Gesundheitskosten der Stadt Luzern genannt: Alleine die Gesundheitskosten der Luftverschmutzung in der Stadt Luzern belaufen sich gemäss Schätzungen qualifizierter Fachkräfte auf ca. 50 Mio. Franken im Jahr (APLK 2008: 79). Der Kanton Schwyz weist etwa den doppelten Energieverbrauch wie die Stadt Luzern auf. Die gesundheitsbedingten Schadenskosten dürften aber im gesamten Kanton wegen der deutlich weniger dichten Besiedlung etwa ähnlich hoch ausfallen wie in der Stadt Luzern. Wenn die externen Kosten mit üblichen Ansätzen berechnet werden (4.5 Rp./kWh Heizöl und 3 Rp./kWh Erdgas, gemäss EnergieSchweiz für Gemeinden 2011), dann belaufen sich die externen Kosten für den Heizöl- und den Gasverbrauch im Kanton Schwyz im Jahr 2008 auf ca. 62.5 Mio. CHF.
- 2 Reduktion der Abhängigkeiten bzw. der Preis- und Konfliktrisiken einer stark von fossilen Energieträger abhängigen Energieversorgung (vgl. auch die nachfolgende Figur zur Entwicklung des Heizölpreises in der Schweiz). Eine Steigerung der Preise für fossile Energie um ca. 5% (dies entspricht etwa einer Zunahme von 5 CHF/100 Liter) würde beim Heizöl- und Erdgasverbrauch des Jahres 2008 jährlich zu Mehrkosten von ca. 7.3 Mio. CHF führen. Diese Mittel würden zu einem grossen Teil aus dem Kanton abfliessen (vgl. nachfolgende Tabelle).
- 3 Die Schaffung von Arbeitsplätzen bzw. die Förderung des lokalen Gewerbes (v.a. im Bau- und Haustechnikgewerbe) durch die Substitution von Ausgaben für importierte Energieträger durch Investitionen mit einem vergleichsweise hohen lokalen und kantonalen Wertschöpfungsanteil. Gemäss Umrechnung der gesamtschweizerischen Ergebnisse der kantonalen Förderprogramme des Jahres 2009 (BFE 2010c) auf den Kanton Schwyz liessen sich im Kanton Schwyz mit dem vorgeschlagenen Förderprogramm von 6.53 Mio. CHF/a Investitionen von ca. 26 Mio. CHF/a und eine Beschäftigungswirkung von ca. 130 Personenjahren erzielen.
- 4 Die vermehrte Umsetzung von energieeffizienten Lösungen und die gewonnenen Erfahrungen mit erneuerbaren Energien steigern das Know-how von ortsansässigen Firmen und tragen zu deren künftigen Wettbewerbsfähigkeit in den überregionalen/internationalen Märkten bei.
- 5 Eine generelle Erhöhung der Lebensqualität im Kanton.

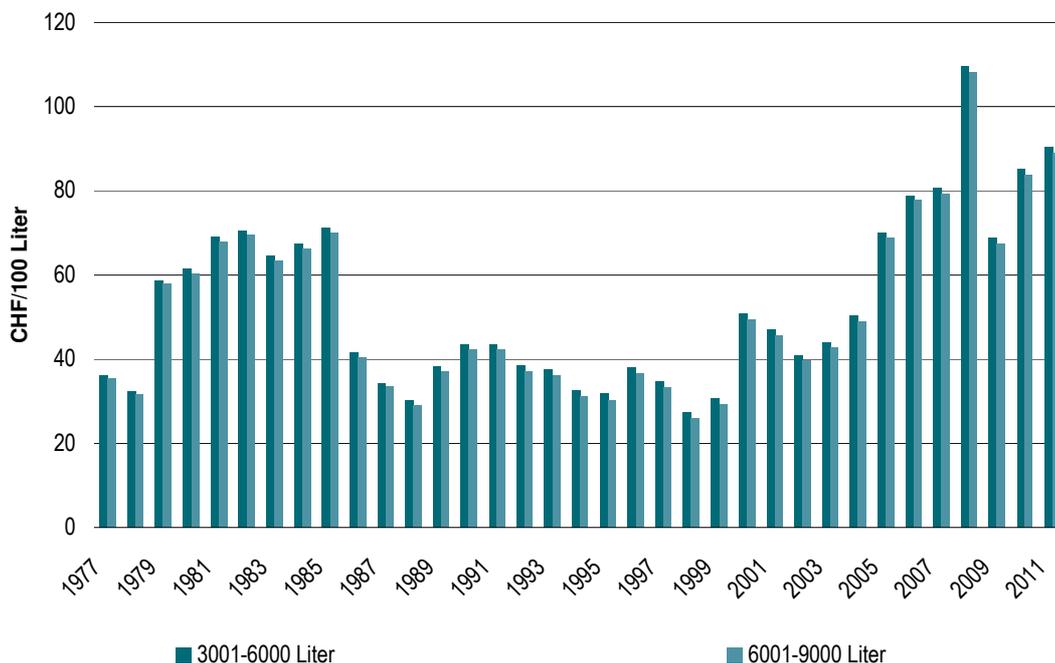
Solche Effekte sprechen für die Umsetzung einer ambitionierten Energiestrategie, auch wenn kurzfristige Mehrinvestitionen entstehen.

Gemäss solarcomplex (2008) ist der Einsatz fossiler Energien mit einem erheblichen Mittelabfluss aus der Region verbunden. Dieser kann mit einer Verstärkung regionaler Wertschöpfung durch vermehrten Einsatz erneuerbarer Energien massiv verringert werden. Tabelle 30 zeigt, wie hoch solarcomplex (2008) den regionalen Mittelabfluss durch die verschiedenen Energieträger einschätzt.

Wertschöpfung Energieträger	Heizöl [€]	Erdgas [€]	Bioenergie [€] (aus Forst- & Landwirtschaft)
Region	16	14	65
Deutschland	25	12	32
International	59	74	3
Summe	100	100	100

Tabelle 30: Regionaler Mittelabfluss verschiedener Energieträger in Euro gemäss solarcomplex 2008: Demnach verbleiben von 100 ausgegebenen Euros für Heizöl rund 16 Euro in der Region. (Quelle: solarcomplex, Holzenergie-Fachverband CH, Fa. Schellinger)

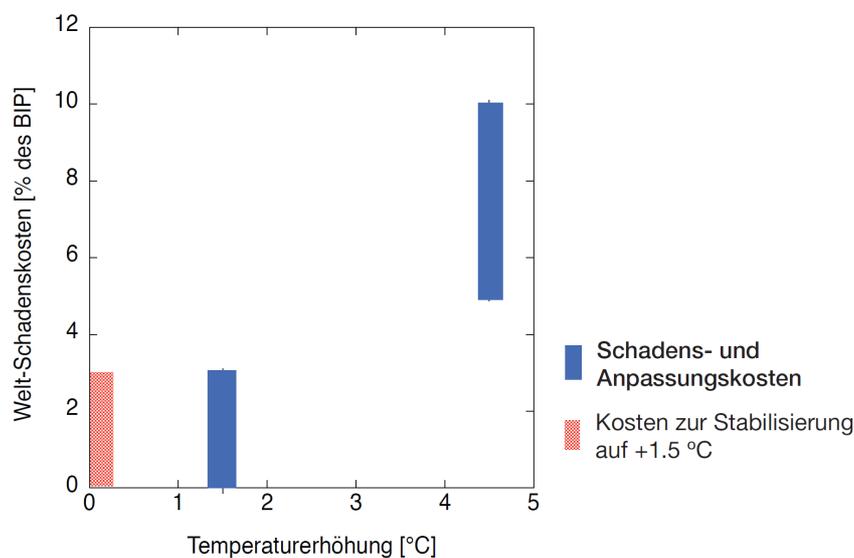
Der stark schwankende **Heizölpreis** hat einen wichtigen Einfluss auf die Energiekosten. Er hat sich in den Jahren von 1998 bis 2011 auf ca. 85 Franken pro 100 Liter HEL nahezu verdreifacht (Figur 29). Für die Zukunft ist von weiteren Preissteigerungen auszugehen.



Figur 29: Entwicklung der durchschnittlichen nominalen Heizölpreise gemäss Bundesamt für Statistik, Landesindex der Konsumentenpreise (Quelle: <http://www.liik.bfs.admin.ch>; 2011: Januar)

Durch die Endlichkeit der nicht erneuerbaren Energieträger Öl, Gas und Uran und die weltweite Steigerung der Nachfrage nach diesen Energieträgern ist in Zukunft mit einer Verknappung des Angebots und dadurch mit Preissteigerungen für diese Energieträger oder sogar mit Versorgungsengpässen zu rechnen (Stichwort «Peak Oil»).

Weltweit sind zudem negative Auswirkungen auf die Ökosysteme der Erde zu erwarten (neben dem Treibhauseffekt auch die Verschmutzung von Luft, Böden und Meeren). Die damit verbundenen Folgekosten sind in letzter Zeit verstärkt in das Bewusstsein der Öffentlichkeit gerückt (weltweite Folgekosten der Klimaerwärmung: Stern-Report 2006). Nachfolgende Figur aus der Denk-Schrift Energie der Akademien Schweiz (2007) verdeutlicht, dass die Kosten einer verschärften Energie- und Klimapolitik zur Stabilisierung der CO₂ Emissionen als weitaus niedriger eingeschätzt werden als die Schadens- und Anpassungskosten, die durch eine verstärkte Klimaerwärmung erwartet werden. Mit der globalen Temperaturerhöhung ist mit stark ansteigenden Schadens- und Anpassungskosten zu rechnen.



Akademien Schweiz (2007:23)

Figur 30: Geschätzte weltweite Schadens und Anpassungskosten in Abhängigkeit von der erwarteten Temperaturerhöhung (Quelle: Denkschrift-Energie, Akademien Schweiz 2007)

Untersuchungen für den Alpenraum (z.B. CIPRA 2002 oder ClimChAlp 2008) zeigen, dass die Klimaerwärmung überdurchschnittliche Auswirkungen auf den Alpenraum haben wird, was sehr wahrscheinlich zu erhöhten Anpassungskosten für die Prävention vor Naturgefahren in Bergkantonen führen wird. Vor diesem Hintergrund hat der Kanton Schwyz ein besonderes Interesse daran, dass ambitionierte Massnahmen zur Eindämmung der Klimaerwärmung ergriffen werden.

Zusammenfassend kann davon ausgegangen werden, dass die Umsetzung einer ambitionierten Energiepolitik zu positiven volkswirtschaftlichen und gesellschaftlichen Nutzen führen wird. Eine unbeeinflusste Fortführung der aktuellen Energieverbrauchstrends birgt dagegen, wegen den damit verbundenen Risiken der Energieversorgung und den Folgen des Klimawandels, die Gefahr von langfristig negativen volkswirtschaftlichen und sozialen Effekten.

8 Monitoring und Erfolgskontrolle

Der Erfolg der rollenden Umsetzung der vorgängig skizzierten Energiestrategie hängt auch vom laufenden Monitoring und der Erfolgskontrolle ab.

Um einen Überblick über den Erfolg der Strategie insgesamt und die Wirkungen der ergriffenen Massnahmen zu erhalten, wird dem Kanton empfohlen, die wichtigsten Indikatoren regelmässig zu erheben. Allenfalls könnte dazu auch ein softwarebasiertes Tool, wie z.B. "ECORegion" verwendet werden. ECORegion erlaubt es aufgrund der Eingaben relevanter (Aktivitäts-, Emissions- und Verbrauchs-) Daten aus den Bereichen Wirtschaft, Haushalte, Verkehr, Flächen und Tiere sowie von spezifischen Energieverbrauchsdaten eine umfassende Energie- und Treibhausgasbilanz zu berechnen.

Für das Monitoring einzelner Massnahmen müssen hingegen spezifische Indikatoren erhoben und ausgewertet werden. Das Monitoring erfordert Kenntnisse über den Umsetzungsstand der einzelnen Massnahmen, die erzielten Wirkungen, die auftauchenden Schwierigkeiten, die Entwicklung der Märkte und die Entwicklung der Rahmenbedingungen. Damit kann und soll die Umsetzung der Energiestrategie laufend optimiert werden.

Monitoring und Erfolgskontrolle unterscheiden drei unterschiedliche Instrumente:

Monitoring: Mit dem Monitoring werden die wichtigsten Eckdaten einer jeden Massnahme sowie der Entwicklung der wichtigsten Treiber und Umfeldbedingungen laufend erfasst und überwacht. Je nach Massnahme kann die Erfassung monatlich oder jährlich erfolgen. Das Monitoring dient der Beobachtung der Massnahmenumsetzung und der Entwicklung des Umfeldes. Die dafür erforderlichen Indikatoren orientieren sich nach Möglichkeit an den Treibern (Bevölkerungsentwicklung, etc.) und an den Wirkungen (substituierte Energie, Anzahl Sonnenkollektoren, etc.). Wo Letzteres nicht möglich ist, werden auch Leistungsindikatoren verwendet (eingesetzte finanzielle Mittel, Anzahl durchgeführte Veranstaltungen, Anzahl Kurse). Das Monitoring bedingt, dass einzelne Indikatoren durch die Leistungsträger laufend erhoben werden. Soweit möglich, sollen für das Monitoring Daten verwendet werden, die im Vollzug und für das Reporting gegenüber dem Bund und anderen Stellen ohnehin benötigt werden.

Erfolgskontrolle: Die Erfolgskontrolle wird jährlich durchgeführt und bezieht sich sowohl auf die Outputs der Energiestrategie als auch auf deren Wirkungen (Outcome). Im Rahmen der Erfolgskontrolle werden die im Monitoring erhobenen Angaben ausgewertet und analysiert. Sie bildet die Basis für Korrekturen bei den einzelnen Massnahmen, bei der Ausgestaltung der jeweiligen Jahrespläne der Umsetzung und bei den Prioritäten der Umsetzung.

Evaluation: Die Evaluation einzelner Massnahmen wird punktuell (zum Beispiel nach 4 bis 5 Jahren) durchgeführt, um die Wirkungszusammenhänge zwischen einer Leistung und der erreichten Wirkung am Markt zu analysieren. Sie konzentriert sich aufgrund des zu leistenden Aufwandes in der Regel auf die für den Erfolg der Energiestrategie wich-

tigsten Massnahmen. Die Evaluation einer Massnahme erfordert oft zusätzliche und vertiefte Erhebungen und Analysen. Sie bildet die Basis für Anpassungen an der Ausgestaltung der Massnahme - oder bei fehlendem Erfolg auch für deren Streichung.

Anhang

A-1 Verwendete Primärenergiefaktoren und THG-Emissionskoeffizienten

Energieträger	Primärenergiefaktor MJ _{eq} / MJ	THG-Emissionskoeffizient kg CO ₂ eq / MWh
Fossile Brennstoffe (Kanton SZ*)	1.23	287
HEL	1.24	295
Erdgas	1.15	241
Fossile Treibstoffe (Kanton SZ*)	1.25	305
Benzin in PKW	1.29	317
Diesel in PKW	1.22	302
Erdgas in PKW	1.17	234
Kerosin in Flugzeug	1.19	288
Erneuerbare Wärme (Kanton SZ*)	1.20	22.8
Holz (Stückholz)	1.06	11
Holz (Schnitzel)	1.14	11
Holz (Pellets)	1.22	36
Biogas	0.48	137
Sonnenkollektor (RH und WW)	1.34	29
EWP Luft/Wasser (JAZ=2.8)	1.71	83
EWP Erdsonde (JAZ=3.9)	1.52	68
Elektrizität (Kanton SZ*)	2.80	74
Atomkraftwerk	4.08	18
Heizkraftwerk Biomasse	3.80	122
Photovoltaik	1.66	90
Windkraft	1.33	29
Wasserkraft	1.22	11
CH-Produktionsmix	2.41	29
CH-Verbrauchsmix	2.97	155
UCTE-Mix	3.53	594

Tabelle 31: Verwendete Primärenergiefaktoren und THG-Emissionskoeffizienten (Quelle: Frischknecht und Tuchschnid 2008, Esu-Services).

* Die für den Kanton SZ berechneten zusammenfassenden Werte wurden mit dem effektiven Verbrauch der einzelnen Energieträger in den jeweiligen Kategorien für das Jahr 2008 berechnet.

Glossar

Allgemeine Abkürzungen

ARA	Abwasserreinigungsanlage
BHKW	Blockheizkraftwerk
EnG	Energiegesetz
EnV	Energieverordnung
EVU	Energieversorgungsunternehmen
KEV	Kostendeckende Einspeisevergütung
MuKE	Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich
PBG	Planungs- und Baugesetz
StromVG	Stromversorgungsgesetz
StromVV	Stromversorgungsverordnung
THG	Treibhausgase
WP	Wärmepumpe

Umrechnungsfaktoren

1 kWh	= $3.60 \cdot 10^6$ Joule (J)
1 J	= $277.8 \cdot 10^{-9}$ kWh

Literatur

- Akademien Schweiz (2007): Denk-Schrift Energie. Energie effizient nutzen und wandeln, Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung in der Schweiz. Herausgegeben durch die Akademien der Wissenschaften Schweiz, Bern 2007
- APLK (2008): Aktionsplan Luftreinhaltung und Klimaschutz vom 10. September 2008. Erarbeitet im Auftrag der Stadt Luzern durch DOL Environmental Engineering & Consulting, Dan Ljungberg; 2008
- ARE (2008): Strategie Nachhaltige Entwicklung: Leitlinien und Aktionsplan 2008–2011. Schweizer Bundesrat, Bericht vom 16.4.2008, Bern
- AWEL (2007): Energieplanungsbericht 2006 – Bericht des Regierungsrates über die Energieplanung des Kantons Zürich, AWEL, 2007
- Bébié et al. (2008): Grundlagen für ein Umsetzungskonzept der 2000-Watt-Gesellschaft. LSP 4 – "Nachhaltige Stadt Zürich – auf dem Weg zur 2000-Watt-Gesellschaft": Autoren: Bruno Bébié, Heinrich Gugerli, Toni W. Püntener, Martin Lenzlinger, Rolf Frischknecht, Christoph Hartmann und Rolf Iten. Ein Gemeinschaftsprojekt von Stadt Zürich, Bundesamt für Energie, EnergieSchweiz für Gemeinden und Novatlantis, 18.12.2008
- BEW (1997): Trinkwasserkraftwerke – technische Anlagedokumentation, Bundesamt für Energiewirtschaft, 1997
- BFE (2006): Potenzialbegriffe, Definitionen von M. Piot, Bundesamt für Energie, Bern, 2006.
- BFE (2006a): Potenzial des Solarstroms in der Gemeinde. S. Nowak und M. Gutschner; Bundesamt für Energie BFE und Nowak Energie und Technologie. St. Ursen/Bern
- BFE (2007): Energieeffizienz-Strategie für eine nachhaltige Energiezukunft, Entwurf 22. Januar 2007, Michael Kaufmann, Hans-Peter Nützi, Peter Cunz, Bundesamt für Energie, Bern, 2007
- BFE (2008): Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000-2006 nach Verwendungszwecken. Erstellt von Prognos, Infrac, CEPE und Basics im Auftrag des Bundesamts für Energie BFE, April 2008
- BFE (2009): EnergieSchweiz Das partnerschaftliche Programm für Energieeffizienz und Erneuerbare Energien, 2009. Zu beziehen unter: www.bfe.admin.ch/energie/00552/index.html?lang=de&dossier_id=00721 (Zugriff am 23.2.2010)

- BFE (2010): 9 Jahresbericht EnergieSchweiz 2009 / 2010. Zu beziehen unter: http://www.bfe.admin.ch/energie/00556/index.html?lang=de&dossier_id=04793 (Zugriff am 14.12.2010)
- BFE (2010a): EnergieSchweiz 2011-2020, Detailkonzept. Entwurf vom 1.10.2010. Zu beziehen unter: <http://www.bfe.admin.ch/energie/index.html?lang=de> (Zugriff am 14.12.2010)
- BFE (2010b): Schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien, Ausgabe 2009. Vorabzug vom Juli 2010. Zu beziehen unter: http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00541/00543/index.html?lang=de&dossier_id=00772 (Zugriff am 14.12.2010)
- BFE (2010c): Globalbeiträge an die Kantone nach Art. 15 EnG. Wirkungsanalyse kantonaler Förderprogramme, Ergebnisse der Erhebung 2009, Infras im Auftrag des BFE, 2009.
- BFS (2010): Mobilität und Verkehr 2010. Eidgenössisches Departement des Innern EDI – Bundesamt für Statistik (BFS), Marc Gindraux, Katharina Schnorr, David Altwegg. Neuenburg, 2010
- CIPRA (2002): Klimawandel und Alpen. Ein Hintergrundbericht. <http://www.cipra.org/de/alpmedia/publikationen/164>
- ClimChAlp (2008): Klimawandel, Auswirkungen und Anpassungsstrategien im Alpenraum. Common Strategic Paper. http://www.climchalp.org/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=106&&Itemid=125
- Dettli et al. (2009): Effizienzmassnahmen im Elektrizitätsbereich. Grundlagen für Wettbewerbliche Ausschreibungen. R. Dettli, D. Philippen (econcept), S. Hammer, F. Moret (INFRAS) im Auftrag des BFE, Oktober 2009.
- econcept (2007): Einsatz von Sonnenkollektoren auf dem Gebiet der Stadt Zürich. Markthemmnisse und Massnahmen zu ihrer Überwindung. W. Ott, G. Klingler und D. Philippen, econcept AG im Auftrag von Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich, August 2007
- econcept (2009): Rechtliche und verfahrensmässige Hemmnisse für energetische Massnahmen im Gebäudebereich. Studie erstellt im Auftrag des seco, Bern 2009.
- econcept (2010): Grundlagen für die Energiepolitik der Gemeinde Kilchberg. Erstellt von econcept AG (G. Klingler, M. Bättig und M. Lothar), Zürich 2010
- econcept und TEP-Energy (2010): Effiziente Beleuchtungen: Potenziale, Markthemmnisse und mögliche Fördermassnahmen. Erarbeitet durch G. Klingler,

W. Ott, M., Jakob et al. econcept AG und TEP-Energy im Auftrag des ewz.

- Energischweiz für Gemeinden (2011): Räumliche Energieplanung. Werkzeuge für eine zukunftstaugliche Wärmeversorgung, Modul 3: Energienachfrage. Februar 2011
- Energiestadt (2010): Gemeinden, Städte und Regionen auf dem Weg zur 2000-Watt-Gesellschaft. Energiepolitische Ziele gemäss Methodik der 2000-Watt-Gesellschaft, Stand Oktober 2010. Erhältlich unter: www.2000watt.ch/data/downloads/2000-Watt-Absenkepfad_fuer_Gemeinden.pdf (Zugriff am 7.3.2011)
- ESU-Services (2009): Auswertung des kumulativen Energieaufwandes für den grauen Energiebedarf der Schweiz im Jahr 2004 nach der selben Methodik wie Jungbluth et al. 2007.
- Feltl (2004): Verbesserungsvorschläge für bestehende Heizungen, Informationsblatt 44; Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, Oktober 2004.
- Frei, Hawkins (2004): Solarthermie – wie weiter? Teil 1: Nutzungsmöglichkeiten und Potential, Ueli Frei und Alan Hawkins in HK-GEBÄUDETECHNIK 2 – 04
- Frischknecht & Tuchschnid (2008): Primärenergiefaktoren von Energiesystemen, Version 1.4, 18. Dezember 2008; ESU-services, 2009. Zu beziehen unter: <http://www.esu-services.ch/fileadmin/download/frischknecht-2008-Energiesysteme.pdf> (Zugriff: 25.2.2011)
- Greenpeace Schweiz (2009): Ersatz der Elektroheizungen: Gewinn für Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft. Ein Ratgeber für Energieeffizienz und Nachhaltigkeit. Zürich 2009
- Hauri (1999): Energieholznutzung im Kanton Schwyz. Ingenieur Büro Hauri, 1999.
- HFM (2007): Harmonisiertes Fördermodell der Kantone, Schlussbericht, Infrac im Auftrag der Konferenz Kantonalen Energiefachstellen und des Bundesamts für Energie, 2007
- Holzenergie Schweiz (2006): Energieinhalt von Holzschnitzeln und Pellets / Graue Energie. Zu beziehen über das Internet unter: http://www.holzenergie.ch/fileadmin/user_resources/publications/403energieinhalt_graueEnergie_DFI.pdf (Zugriff im November 2010)
- Jungbluth et al. (2007): Graue Treibhausgas-Emissionen der Schweiz 1990-2004. Erweiterte und aktualisierte Bilanz. Jungbluth, N., Steiner, R., Frischknecht, R.. Umwelt-Wissen Nr. UW-0711. Bundesamt für Umwelt, Bern.

- Meier R. (2006): Beitrag Strategie Aus- und Weiterbildung Energie; i.A. von EnergieSchweiz, Juni 2006
- Ménard und Birgi (2009): PV-Potential kantonaler Gebäude. Potentialabklärung für Photovoltaikanlagen auf den grössten kantonalen Gebäuden des Kantons Schwyz. Martin Ménard und Mehmet Birgi, Lemon Consult GmbH, April 2009.
- Minergie (2010): Statistik 2009, Pfirter, M. Minergie Agentur Bau. Muttenz. 2010
- Müller (1998): Eignungsabklärung "ARA-externe Wärmenutzung" im Kanton Schwyz. Ernst A. Müller, Programm Energie in ARA, Februar 1998.
- Müller et al. (2005): Heizen und Kühlen mit Abwasser – Ratgeber für Bauherren und Kommunen. Zu beziehen unter www.infrastrukturanlagen.ch.
- NET (1998): Potentiel Photovoltaïque dans le Canton de Fribourg, Résumé de l'Analyse du Potentiel Photovoltaïque dans le Parc des Bâtiments du Canton de Fribourg, Marcel Gutschner, Stefan Nowak, NET Nowak Energie & Technologie SA, St. Ursen, 1998
- Schaefli (2005): Schaefli, B.: Quantification of modeling uncertainties in climate change impact studies on water resources: application to a glacier-fed hydropower production system in the Swiss Alps, EPFL, Lausanne 2005.
- Schleiss (2005): Abfallplanung Teilprojekt Grünabfallentsorgung für den Kanton Schwyz, Konrad Schleiss, Grenchen, 2005
- SEV (2007): Der typische Haushalt-Stromverbrauch. Energieverbrauch von Haushalten in Ein- und Mehrfamilienhäusern. Bulletin SEV/AES 19/2008
- Stern-Report (2006): Stern Review on the economics of climate change. Zu beziehen unter:
http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/sternreview_index.cfm (Zugriff am 8.10.2009)
- Wüest & Partner (2004): Zukünftige Entwicklung der Energiebezugsflächen, Perspektiven bis 2035, Wüest & Partner im Auftrag BFE, Forschungsprogramm Energiewirtschaftliche Grundlagen, 2004.